# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 25 NOVEMBRE 1889,

PRÉSIDÉE PAR M. HERMITE.

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le numéro de novembre de l' « American meteorological Journal »*; par M. H. Faye.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le numéro de ce Journal dans lequel les éditeurs, MM. W. Harrington, directeur de l'observatoire astronomique d'Ann Arbor, L. Rotch, fondateur de l'observatoire météorologique de Blue Hill, et J. Herdman, de l'Université du Michigan, ont bien voulu faire commencer la publication de ma théorie des grands mouvements tournants de l'atmosphère.

» J'avais demandé à mes correspondants pourquoi mes idées sur ces questions étaient restées totalement ignorées aux États-Unis, malgré l'intérêt qui s'attache en ce pays à ces phénomènes. Il m'a été répondu que, si, au lieu de disséminer mes écrits dans divers Recueils, au hasard des controverses qu'il m'a fallu soutenir en Europe, je me décidais à produire un

exposé suivi et complet, on ne manquerait pas de l'examiner avec soin aux États-Unis. C'est cet exposé, que j'ai rédigé dans ces derniers mois, que M[me] W. Harrington a bien voulu traduire en anglais et qui va être publié dans les numéros successifs de l'*American meteorological Journal* à partir de celui de novembre.

» La première Partie contient la théorie des tempêtes; la deuxième, celle des tornados; la troisième est consacrée aux rapports des tornados et des phénomènes orageux avec les cyclones.

» Je signalerai, dans ce numéro de novembre, une courte analyse de l'étude que le Service hydrographique de la Marine aux États-Unis vient de publier sur la tempête des 2-12 septembre dernier. C'est, en divers points, une vérification décisive des idées que j'expose dans ma première Partie. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la chaleur animale. — Chaleur dégagée par l'action de l'oxygène sur le sang;* par M. BERTHELOT.

« Lorsque Lavoisier eut reconnu que la chaleur animale est due principalement à un phénomène de combustion, il se posa aussitôt la question de savoir si cette combustion a lieu dans le poumon lui-même, au lieu précis où l'oxygène est absorbé et l'acide carbonique dégagé; ou bien si elle se produit seulement dans l'ensemble de l'économie, l'absorption de l'oxygène ayant lieu en vertu d'une première réaction opérée aux dépens du sang. L'opinion de Lavoisier varia à cet égard plusieurs fois. Après avoir posé, en 1777, l'alternative précédente, il crut ensuite, dans son travail sur la chaleur animale, publié avec Laplace en 1783, pouvoir affirmer que la combustion avait lieu dans le poumon même; mais quelques années après, dans les recherches sur la respiration exécutées avec Séguin, il retomba dans ses doutes primitifs. Depuis, la question a été tranchée par la découverte de l'action propre des globules du sang sur l'oxygène, et de l'aptitude de l'hémoglobine à former avec ce gaz dans le poumon un composé défini peu stable, qui transporte ensuite l'oxygène au sein des tissus, et le cède aisément aux diverses substances oxydables de l'économie. Les découvertes de Cl. Bernard sur le composé analogue, formé par l'union de l'oxyde de carbone et de l'hémoglobine, ont assigné au rôle chimique des globules un caractère encore plus précis.

» Mais la question fondamentale de la localisation et du partage de la

production de la chaleur, entre le poumon et les tissus, est restée indécise, faute de données expérimentales. Ce sont ces données que j'ai essayé de déterminer par des expériences. J'ai mesuré, en effet, la chaleur dégagée lorsque l'oxygène se fixe dans le sang et avant qu'il ait eu le temps de produire de l'acide carbonique. L'expérience est fort délicate, à cause de la petitesse du poids d'oxygène fixé et des quantités de chaleur produites, de l'élimination de l'acide carbonique, enfin de la difficulté de mesurer exactement les uns et les autres, dans des conditions simultanées. Voici comment j'opère :

» 1° Je prends une fiole calorimétrique ([1]), je la remplis d'azote pur par déplacement, je la pèse; puis j'y fais passer 700 grammes environ de sang, exempt d'oxygène, et refoulé à l'aide d'une pression d'azote. On fait aussitôt circuler de nouveau de l'azote dans la tubulure de la fiole, puis on ajuste le bouchon, muni de son thermomètre et de ses tubulures, et l'on pèse le tout sur une balance sensible au milligramme.

» 2° Le sang employé était du sang de mouton défibriné, recueilli à l'abattoir dans un grand flacon de 4 litres, qui en a été complètement rempli et clos. On l'a laissé reposer vingt-quatre heures, à la température de la chambre (8° à 9°), afin de lui permettre de se mettre en équilibre : condition indispensable pour la précision des mesures. Ce sang, rutilant au moment où il a été recueilli, a pris dans les vingt-quatre heures la teinte brune du sang veineux, en se dépouillant d'oxygène libre, sans éprouver d'autre altération sensible.

» 3° La densité de l'échantillon de sang employé dans mes expériences était 1,057 à 9°. J'en ai déterminé la chaleur spécifique; ce qui n'a pas eu lieu sans peine, à cause du peu de mobilité du liquide et de la difficulté d'y rendre la température uniforme. J'ai trouvé : 0,872 ([2]).

» 4° La fiole remplie et pesée, on y fait passer un courant d'azote pur, *saturé d'humidité*, pendant quinze minutes, à raison d'un demi-litre à un litre environ d'azote. On agite continuellement la fiole et on lit pendant ce temps, de minute en minute, le thermomètre calorimétrique immergé dans le sang. Quant à l'azote, au sortir de la fiole, il traverse un premier tube à ponce sulfurique, où il abandonne la vapeur d'eau, et un second tube à chaux sodée, où il abandonne l'acide carbonique emprunté au sang. Ces deux tubes ont été au préalable remplis d'azote sec. Leur accroissement de poids donne le poids de l'eau et de l'acide carbonique entraînés. La pesée de ces diverses quantités, jointe aux mesures thermométriques, fournit les données nécessaires aux corrections de l'expérience qui va être faite avec l'oxygène.

» 5° Après un quart d'heure, on arrête le courant d'azote. On bouche les tubulures

---

([1]) *Essai de Mécan. chim.*, I, 230.

([2]) La chaleur spécifique du sang varie suivant sa composition. Étant donné un sang qui renferme $p$ millièmes d'eau et $p'$ millièmes de matières fixes ($p + p' = 1,000$), on peut admettre comme première approximation de sa chaleur spécifique la valeur : $p + 0,4p'$, d'après mes essais.

et l'on pèse de nouveau la fiole calorimétrique (avec son thermomètre). Le poids de celle-ci a diminué d'une quantité qui doit représenter l'acide carbonique entraîné par l'azote : la vapeur d'eau emmenée par ce gaz étant précisément égale à celle qu'il a apportée, puisqu'il en était saturé à l'avance et que la température est exactement la même (à quelques centièmes de degré près). On tire de là un premier contrôle, le poids perdu par la fiole devant être précisément le même que le gain du tube à chaux sodée : ce que j'ai trouvé, en effet, dans toutes les expériences. En outre, le rapport entre le poids de l'acide carbonique et celui de la vapeur d'eau entraînés simultanément dans un gaz inerte, tel que l'azote, permet de contrôler si, dans l'essai qui va suivre, l'oxygène donnera lieu à un excès d'acide carbonique, produit par une action propre pendant la durée et à la température même des expériences.

» 6° On replace la fiole dans le calorimètre et l'on suit pendant quelques minutes la marche du thermomètre, lequel n'a pour ainsi dire pas varié pendant la pesée. On y fait ensuite arriver un courant d'oxygène *sec*, pendant 15 minutes, à raison d'un litre environ, en le dirigeant ensuite à travers les tubes à ponce sulfurique et à chaux sodée. Le thermomètre est lu de minute en minute, et l'on prolonge la lecture pendant quelques minutes, après que le courant gazeux a cessé.

» Pendant cette opération, accompagnée d'une agitation continuelle, le sang est devenu rutilant et a repris toutes les apparences du sang artériel.

» 7° Quand elle est accomplie, on détache les tubes à ponce sulfurique et à chaux sodée, on y remplace l'oxygène par de l'azote sec, et on les pèse ; ce qui fournit l'eau et l'acide carbonique entraînés. D'autre part, on soulève légèrement le bouchon de la fiole calorimétrique et l'on fait passer rapidement dans sa tubulure, au-dessus du liquide, de l'azote humide, de façon à remplacer à l'aide de ce gaz, par déplacement, les $50^{cc}$ à $100^{cc}$ d'oxygène contenus dans la tubulure. L'opération n'exige que peu d'instants. On rebouche aussitôt la fiole calorimétrique et on la pèse. L'accroissement de poids de la fiole, plus celui des tubes à ponce sulfurique et à chaux sodée, donne le poids de l'oxygène fixé sur le sang.

» Le rapport entre le poids de la vapeur d'eau et celui de l'acide carbonique, dans cette partie de l'expérience, a été trouvé tel qu'il répond à un simple déplacement de ce gaz, par l'excès d'oxygène, pareil à celui que produit l'azote et sans oxydation spéciale, sensible à la température et pour la durée de l'expérience.

» 8° Il ne reste plus qu'à faire le calcul de la chaleur dégagée, à l'aide des données précédentes et suivant mes règles ordinaires. A cette chaleur, il convient de joindre une certaine correction, due à la chaleur de vaporisation de l'eau entraînée et à celle de l'acide carbonique précédemment dissous ; quantités évaluables d'après les données déjà connues. Cette correction ne s'élevait pas, dans les expériences actuelles, à plus du septième de la valeur totale.

» Les détails de ces déterminations et de ces calculs seront donnés dans mon Mémoire. Je me bornerai à reproduire ici les chiffres définitifs, chiffres qui doivent être voisins de la saturation du sang par l'oxygène.

| | | |
|---|---|---|
| $100^{vol}$ de sang ont absorbé, dans une expérience.. | $20^{vol},2$ | d'oxygène. |
| » dans une autre...... | $18^{vol},5$ | » |

» La chaleur dégagée, rapportée au poids moléculaire de l'oxygène, $O^4 = 32^{gr}$, s'est élevée à

| | Cal |
|---|---|
| Première expérience.................. | + 14,63 |
| Deuxième expérience.................. | + 14,91 |
| Moyenne....... | + 14,77 |

» Ce chiffre est notable et comparable à la chaleur de formation des composés oxygénés véritables, formés en vertu d'affinités faibles, tels que l'oxyde d'argent, lequel dégage, pour $32^{gr}$ d'oxygène, précisément $+14^{Cal},0$; ou le bioxyde de baryum (depuis la baryte) : $+24^{Cal},2$; ou bien encore le bioxyde de plomb (depuis le protoxyde) : $+24^{Cal},5$, etc.

» Avant d'examiner les conséquences qui en résultent, au point de vue de la chaleur animale, donnons encore les résultats des mesures semblables que j'ai exécutées avec l'oxyde de carbone et le sang. Deux déterminations faites, l'une avec du sang recueilli depuis 24 heures, l'autre depuis 48 heures, ont donné : pour $C^2O^2 = 28^{gr}$ absorbé : $+18^{Cal},0$ et $+19^{Cal},4$; en moyenne, $+18^{Cal},7$. Ce chiffre est de l'ordre de celui observé avec l'oxygène, mais un peu supérieur, comme on pouvait s'y attendre : la combinaison d'hémoglobine et d'oxyde de carbone étant, d'une part, dissociable par le vide, comme celle de l'oxygène; mais l'oxyde de carbone déplaçant, d'autre part, l'oxygène, dans cette dernière combinaison. Les nombres observés sont donc d'un ordre de grandeur conforme aux prévisions de la théorie.

» Attachons-nous maintenant à la combinaison de l'oxygène avec le sang. Le nombre $+14^{Cal},8$ représente la chaleur dégagée dans cette réaction, telle qu'on peut l'admettre accomplie au sein du poumon. C'est à peu près le septième de la chaleur d'oxydation du carbone par le même poids d'oxygène ($+97^{Cal},65$); chaleur d'oxydation qui fournit, d'après les faits connus, une première estimation approchée de la chaleur animale.

» La chaleur animale peut donc être décomposée en deux parties : une première portion, le septième environ, se dégagerait dans le poumon même, par la fixation de l'oxygène; tandis que les six autres septièmes se développeraient au sein de l'économie, par les réactions proprement dites d'oxydation et d'hydratation. Je n'ai pas besoin d'insister sur l'importance de cette détermination, qui résout pour la première fois un problème de répartition de la chaleur animale posé depuis un siécle.

» Ce problème, à son tour, en a soulevé un autre, celui de l'élévation de la température du sang dans le poumon, problème diversement résolu

jusqu'ici. Il ne pouvait en être autrement; car je vais montrer, en m'appuyant sur les données nouvelles présentées ci-dessus, que le sang peut être tantôt refroidi, tantôt réchauffé dans le poumon, suivant les conditions de température et d'état hygrométrique du milieu ambiant, et, sans doute aussi, suivant les conditions normales ou pathologiques du milieu intérieur. Mais ces échauffements, aussi bien que ces refroidissements, ne sauraient, dans l'état normal, s'écarter beaucoup d'un dixième de degré : ce qui explique les difficultés rencontrées par les physiologistes qui ont cherché à les mesurer. Entrons dans le détail.

» La quantité $+14^{Cal},8$ est strictement applicable à la chaleur dégagée par $32^{gr}$ d'oxygène fixés sur le sang dans le poumon, pour le cas où l'on respire dans une atmosphère saturée d'humidité, à la température du sang, c'est-à-dire vers 37°. De telles conditions sont réalisées souvent sous les tropiques : je les ai observées moi-même à Assouan dans la Haute-Égypte, sur le Nil, vers minuit. Mais il convient d'en déduire la chaleur absorbée par la réduction en gaz de l'acide carbonique préalablement dissous, et pris sous un volume à peu près égal à celui de l'oxygène, soit $+5^{Cal},6$, en adoptant le chiffre observé avec l'eau pure : ce qui réduit à $+9^{Cal},2$ la chaleur réellement dégagée. Dans ce cas, le sang éprouvera dans le poumon une *élévation de température* un peu inférieure à un dixième de degré, pour la richesse en plasma définie par la densité ci-dessus. *A fortiori,* la température du sang s'élèverait-elle dans le poumon, si la température ambiante de l'air saturé de vapeur d'eau était plus haute.

» Au contraire, supposons une température ambiante de 0°, un air absolument privé de vapeur d'eau, et une respiration telle que l'air soit rejeté au dehors saturé d'humidité et à la température du sang, $+37°$; admettons, en outre, que l'air cède 4 centièmes de son volume d'oxygène au sang, en gagnant 4 centièmes d'acide carbonique. Dans ce cas, le calcul montre que l'échauffement de l'air absorbe environ $6^{Cal}$, et sa saturation par la vapeur d'eau, $+15^{Cal},0$, en tout $+21^{Cal},0$. La chaleur mise en jeu dans le poumon sera donc $+9,2-21,0=-11^{Cal},8$; et elle répondra à un *abaissement de température* du sang d'un dixième de degré environ.

» Ainsi l'absorption de l'oxygène tend à élever la température du sang dans le poumon, tandis que la réduction de l'acide carbonique à l'état gazeux et celle de la vapeur d'eau tendent à l'abaisser.

» La température de l'air ambiant agit dans un sens ou dans l'autre, suivant qu'elle est plus élevée ou plus basse que celle de l'être vivant.

» Les conditions de la vie normale, dans nos climats, sont, en réalité,

intermédiaires entre ces conditions extrêmes; et il serait facile de démontrer que l'air pris à 15°, à un terme un peu inférieur à son degré de saturation hygrométrique et sortant des poumons avec une température de 30°, ce qui est voisin des conditions moyennes de la vie humaine parmi nous, donne lieu à des effets à peu près compensés au point de vue de l'élévation de la température du sang, en vertu d'une sorte de balancement naturel, qui tend à maintenir l'équilibre physiologique entre d'étroites limites. Mais on peut réaliser à cet égard des conditions fort diverses : surtout si l'on fait intervenir, en outre, des circonstances pathologiques, qui diminuent ou qui accroissent la dose rélative de l'oxygène consommé aux dépens de l'air.

» Je ne veux pas pousser plus loin l'examen de ces questions soulevées par les déterminations numériques de la chaleur réellement dégagée pendant l'absorption de l'oxygène par le sang. Les physiologistes sauront, mieux que moi, en développer les conséquences. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'épuisement des terres par la culture sans engrais, et l'utilité de la matière organique du sol;* par M. **P.-P. Dehérain.**

« Quand, en 1875, a été établi le champ d'expériences de l'École de Grignon, quelques parcelles ont été réservées à la culture sans engrais. On espérait y voir les récoltes diminuer peu à peu, et, au moment où leur épuisement deviendrait sensible, pouvoir déduire, de leur analyse comparée à celle de sols voisins régulièrement fumés, la nature des éléments dont la disparition amenait la stérilité.

» En 1887, on a semé des betteraves sur plusieurs parcelles qui avaient porté douze récoltes sans recevoir d'engrais. Tandis qu'on recueillait de $35\,000^{kg}$ à $40\,000^{kg}$ de racines sur les sols régulièrement fumés, une des parcelles restées sans engrais, 37, ne fournissait que $13\,900^{kg}$ de racines, et une autre, 53 : $10\,100^{kg}$.

» Ces parcelles sans engrais ne portent plus également que des récoltes misérables de trèfle, n'atteignant pas le tiers de ce que fournissent les parcelles voisines régulièrement fumées.

» Que manque-t-il à ces sols épuisés? L'analyse va nous l'apprendre.

» On a d'abord procédé au dosage de l'acide phosphorique total et assimilable (soluble dans l'acide acétique), puis de la potasse attaquable par l'eau régale.

» On a obtenu les nombres suivants :

*Acide phosphorique et potasse dans 1^kg de diverses terres.*

| Désignation des parcelles. | Acide phosphorique total. | Acide phosphorique assimilable. | Potasse. |
|---|---|---|---|
| | gr | gr | gr |
| 36, fumé .................. | 1,53 | 0,34 | 1,17 |
| 37, sans engrais depuis 1875. | 1,02 | 0,12 | 0,99 |
| 53, sans engrais depuis 1875. | 1,04 | 0,15 | 0,91 |

» Les différences sont minimes, et l'on serait d'autant plus mal venu à attribuer à l'absence d'acide phosphorique et de potasse la stérilité du sol de 37 et de 53, que l'addition de ces deux éléments à une culture de trèfle n'a exercé qu'une action insignifiante.

» On a procédé alors au dosage de l'azote et du carbone des matières organiques, et, pour mieux préciser les changements survenus dans la composition de ces sols par la culture sans engrais, j'inscris, à côté des nombres que donne l'analyse de 1888, ceux qu'on avait obtenus en 1878 :

*Azote et carbone des matières organiques dans 1^kg de diverses terres.*

| Désignation des parcelles. | Azote. 1878. | Azote. 1888. | Azote. Différence. | Carbone. 1878. | Carbone. 1888. | Carbone. Différence |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 37. Toujours sans engrais ..... | 1,67 | 1,48 | −0,19 | 15,19 | 7,30 | −7,89 |
| 21. » ..... | 1,74 | 1,50 | −0,21 | 16,30 | 7,30 | −9,00 |
| 49. Fumé .................. | 2,00 | 1,90 | −0,10 | 15,20 | 16,10 | +0,9 |
| 32. » .................. | 2,00 | 1,86 | −0,14 | 16,6 | 16,0 | −0,6 |

» L'analyse montre clairement que l'élément qui a disparu en plus grande quantité, de 1878 à 1888, dans les parcelles sans engrais, est le carbone; la matière organique du sol, l'humus, soumis à une oxydation énergique par des labours répétés, a considérablement diminué, et je me crois d'autant mieux autorisé à attribuer à la diminution de la matière organique la faiblesse des récoltes de 37 et de 21, que je ne puis obtenir à Grignon de pleines récoltes de betteraves sans l'emploi du fumier de ferme.

» Ce premier point acquis : la diminution de la matière organique du sol entraîne celle des récoltes, il restait à déterminer quel rôle elle remplit. On enseigne d'ordinaire :

» 1° Que l'humus, se gonflant d'eau pendant les grandes pluies d'hiver, maintient dans le sol des réserves d'humidité qui empêchent les plantes de pâtir des sécheresses de l'été.

» 2° Que cette matière organique azotée, en se brûlant dans le sol, est :

» *a.* Une source de nitrates, servant à l'alimentation azotée de la plante.

» *b.* Une source d'acide carbonique, utile à la dissolution des phosphates, des carbonates insolubles dans l'eau pure, mais solubles dans l'eau chargée d'acide carbonique.

» 3° Enfin, plusieurs physiologistes, particulièrement en Allemagne, sont restés fidèles à l'opinion de Th. de Saussure, combattue autrefois par Liebig, et admettent que la matière organique peut servir directement d'aliment à certains végétaux.

» Telles sont les hypothèses que j'ai soumises au contrôle de l'expérience.

» 1. *Influence de la matière organique sur les réserves d'humidité du sol.* — Chaque semaine pendant l'année : novembre 1888 à novembre 1889, on a prélevé des échantillons de terre sur trois parcelles de terres riches et trois parcelles de terres pauvres en matière organique, puis sur deux autres qui, sortant de prairie, renfermaient à peu près la même quantité d'humus.

» Les courbes ([1]) qui représentent les oscillations de l'humidité dans les parcelles riches et pauvres en matières organiques montrent un parallélisme remarquable et sont très voisines l'une de l'autre. Habituellement, les terres riches en humus sont un peu plus chargées d'humidité que les terres pauvres, mais les différences sont faibles. On trouve, en effet :

*Quantité d'eau moyenne contenue, de novembre 1888 à novembre 1889.*

| | |
|---|---|
| Dans 100 parties de terres riches en humus...... | 18,5 |
| » pauvres en humus.... | 17,6 — |

» Entre les deux terres sortant de prairie, on a trouvé une différence un peu plus faible; en effet, la parcelle 1, fumée de 1875 à 1878, mais qui n'a pas reçu d'engrais depuis, a renfermé 18,8 d'eau, et la parcelle 5, toujours sans engrais, 18,0.

» On a contrôlé ces résultats en mesurant non plus l'eau retenue, mais au contraire l'eau de drainage écoulée de grands pots renfermant 30$^{kg}$ des diverses terres :

---

([1]) Ces courbes figurent dans le Mémoire dont je donne ici le résumé, et qui est inséré dans le Cahier de novembre 1889 des *Annales agronomiques*, t. XV, p. 481.

*Eau de drainage recueillie du 14 mai au 22 octobre 1889.*

| | Litres. |
|---|---|
| Terres riches en humus | 5,552 |
| » pauvres en humus | 5,938 |

» Il est manifeste que les différences constatées sont insuffisantes pour expliquer la fertilité des terres riches en humus et la stérilité de celles qui n'en renferment plus qu'une quantité moindre.

» 2. *Production des nitrates et de l'acide carbonique par les terres riches et pauvres en humus.* — Le dosage de l'acide azotique dans les eaux de drainage des terres riches et pauvres nous permettait de savoir s'il convenait d'attribuer à l'absence des nitrates la stérilité des terres épuisées d'humus :

*Azote contenu à l'état d'acide nitrique dans les eaux de drainage recueillies du 14 mai au 12 novembre 1889.*

| | Pour 30$^{kg}$ de terre. | Par hectare. |
|---|---|---|
| | gr | kg |
| Terres riches en humus | 1,24 | 149 |
| Terres pauvres en humus | 0,94 | 112,8 |

» Or, une très bonne récolte de betteraves n'exige pas plus de 100$^{kg}$ d'azote; on ne peut donc pas attribuer à la pénurie des nitrates la stérilité des terres pauvres en matière organique.

» En cherchant, enfin, les quantités d'acide carbonique renfermé dans l'air confiné dans le sol des terres riches et pauvres, par la méthode employée autrefois par Boussingault et Lévy, on n'a encore trouvé que des différences insignifiantes.

» Ainsi, les trois premières hypothèses formulées au début de cette Note, sur le rôle de la matière organique, sont manifestement insuffisantes pour expliquer les faits constatés; nous sommes donc conduits à admettre que la matière organique du sol sert directement d'aliment à la plante, et c'est pour appuyer cette opinion que j'ai disposé l'expérience suivante :

» *Végétation des betteraves dans une terre riche en matière organique et dans une terre pauvre en humus, mais arrosée et additionnée de nitrates, phosphates et sels de potasse.*

» On a rempli deux grands pots de terre vernissés, capables de contenir 30$^{kg}$ de terre, l'un d'une terre riche en humus, l'autre d'une des terres épuisées étudiées plus haut; mais, pour mettre nettement en lumière l'influence de la matière organique, cette terre pauvre a été arrosée et addi-

tionnée de 3gr d'azotate de soude, 3gr de superphosphate de chaux et 3gr de chlorure de potassium.

» Le 17 juillet, pour ne laisser qu'une seule plante par pot, on a arraché toutes les jeunes betteraves devenues inutiles :

| | |
|---|---|
| Une jeune plante de la terre riche pesait | 2gr,26 |
| » » pauvre pesait | 0gr,63 |

» Le 25 octobre, les deux betteraves restantes étant bien développées, on les a arrachées, pesées et analysées :

| | Terre riche en matières organiques. | Terre pauvre en matières organiques, additionnée de nitrates, phosphates, sels de potasse, et arrosée. |
|---|---|---|
| Poids de la plante entière | 730gr | 165gr |
| Poids de la racine | 410 | 92 |
| Sucre dans 100 de jus | 15,04 | 11,11 |
| Sucre dans la racine entière | 61,60 | 10,12 |

» Ainsi, des arrosages fréquents, une copieuse alimentation minérale, sont insuffisants pour assurer le développement normal de la betterave dans un sol pauvre en humus.

» L'interprétation la plus simple des faits précédents me paraît être que la matière organique fait partie des aliments nécessaires à la betterave au même titre que les nitrates, les phosphates ou la potasse, et que son absence est aussi préjudiciable que celle de l'un quelconque des éléments minéraux précédents.

» Pour démontrer l'exactitude de cette proposition, il reste, toutefois, à ajouter aux preuves indirectes que je viens d'énumérer une dernière expérience, dans laquelle on verrait une terre épuisée par la culture sans engrais retrouver sa fertilité par l'addition d'une matière organique convenablement choisie. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Expériences démontrant l'existence de fibres fréno-sécrétoires dans le cordon cervical du nerf grand sympathique;* par M. **Arloing.**

« L'existence des nerfs fréno-sécrétoires a été autant acceptée que repoussée par les physiologistes. Nous pouvons rappeler, à cette occasion,

les expériences successivement positives et négatives de Vulpian, les résultats positifs d'Isaac Ott; si bien qu'aujourd'hui on admet la présence de nerfs modérateurs sécrétoires, surtout par la force des analogies. Effectivement, il serait difficile de refuser aux organes glandulaires un système nerveux régulateur moins complet que celui des autres organes à fonction intermittente ou rémittente. Mais tous les physiologistes reconnaissent que les faits qui plaident en faveur de l'existence de ces nerfs manquent de netteté. Les expériences auxquelles nous nous sommes livré sur le bœuf possèdent, croyons-nous, les qualités qui ont manqué aux travaux de nos devanciers.

» I. Luchsinger, en 1880, a établi que les glandes du mufle du bœuf possèdent des nerfs excito-sécrétoires. Ces nerfs sortent de la moelle épinière cervicale, gagnent le cordon cervical du grand sympathique et atteignent les rameaux de la cinquième paire cranienne pour se rendre à leur destination, ou bien ils remontent dans la moelle jusqu'au bulbe pour sortir avec les racines du trijumeau.

» Nous avons vérifié sur le cordon cervical du sympathique les résultats obtenus par Luchsinger. Nous avons observé, en outre, que les filets excito-sécrétoires contenus dans ce cordon nerveux se distribuaient surtout dans la partie du mufle qui forme le bord supéro-interne du naseau correspondant. En effet, la sécrétion réapparaît peu à peu, à partir de quarante-huit heures après la section du nerf, sur la plus grande partie de la surface de la moitié du muscle, tandis que la lèvre supéro-interne du naseau reste définitivement sèche.

» Nous avons surtout recueilli les faits les plus importants à la solution de la question que nous nous sommes posée, en injectant de la pilocarpine sous la peau d'un animal chez lequel les filets sécrétoires du bout supérieur du sympathique cervical sont dégénérés.

» Si, vingt-sept à quarante jours après la section du cordon cervical, alors que l'excitation du bout supérieur ne provoque plus de sécrétion en aucun point du mufle, on administre de $0^{gr},10$ à $0^{gr},15$ de pilocarpine en injection sous-cutanée, loin de la tête, la sécrétion des glandes du mufle s'établit : d'abord, du côté où le sympathique est intact; ensuite, du côté où ce nerf est dégénéré; puis, au bout de quelque temps, les gouttelettes sont plus grosses et se reforment plus vite sur la moitié du mufle qui répond à la section.

» Voici le récit d'une expérience :

» *Bouvillon, âgé d'un an environ.* — Le 26 avril, section du cordon vaguo-sym-

pathique droit. Le 25 mai, injection de $0^{gr},10$ de pilocarpine dans le tissu conjonctif sous-cutané, à $10^h$ du matin. A $10^h 10^m$, toute la surface du mufle est fort humide. A $10^h 15^m$, on essuie la région et l'on constate que les gouttelettes se reforment plus rapidement sur la moitié droite du mufle. A $10^h 20^m$, la différence est très évidente. On essuie le mufle plusieurs fois, de manière à pouvoir bien l'apprécier. Cette différence est dans le rapport de 1 : 3.

» Deux hypothèses peuvent être invoquées pour expliquer l'influence prédominante de la pilocarpine du côté de la section, dans les conditions précitées : ou bien la pilocarpine agit sur des glandes dont l'hypersécrétion est préparée par la dilatation des vaisseaux capillaires sanguins, ou bien elle exerce ses effets caractéristiques sur des glandes dont les nerfs excito-sécrétoires ou les propriétés de l'épithélium ne sont plus contrariés par des filets frénateurs.

» La première hypothèse doit être écartée : 1° parce que la vaso-dilatation consécutive à la section du sympathique cervical diminue graduellement, au point d'être à peine sensible au bout de quelques semaines; 2° parce que c'est précisément sur les animaux qui ont subi cette section depuis trente à quarante jours que la prééminence sécrétoire est le plus manifeste.

» Nous admettons donc que le cordon cervical du sympathique renferme des fibres *excito-sécrétoires* et *fréno-sécrétoires* pour les glandes du mufle.

» II. La présence des fibres fréno-sécrétoires ressort encore plus manifestement de l'examen des relations physiologiques entre le sympathique cervical de la glande lacrymale, chez le bœuf.

» Outre les effets classiques de la section du sympathique sur la région oculo-palpébrale, nous avons constaté une hypersécrétion persistante de la glande lacrymale et des glandes de Meibomius, dont l'intensité varie suivant les sujets et le moment où on les observe. La section est faite depuis longtemps, la plaie opératoire est déjà parfaitement cicatrisée, que le pourtour de l'œil correspondant à la section est souillé par du mucus concrété et que le massif formé par ce dernier est entamé par les larmes au niveau de la commissure interne des paupières; tandis que, du côté opposé, les paupières sont propres et les voies naturelles suffisent à l'évacuation des larmes.

» L'hypersécrétion persiste donc dans la région oculaire après la dégénération du segment supérieur du sympathique cervical et après que l'hyperémie consécutive a disparu, ce qui permet de supposer que la section du cordon cervical a supprimé des fibres nerveuses *modératrices* sécrétoires.

Cette supposition est légitimée par les effets que produit la pilocarpine après la section récente ou ancienne du sympathique au cou. Dans les deux cas, et surtout dans le cas où la section est récente, la production des larmes est plus prompte et plus abondante du côté de la section que du côté opposé.

» Dans une expérience, le nerf gauche étant coupé depuis quarante jours et le nerf droit depuis un quart d'heure, l'injection sous-cutanée de $0^{gr},14$ de pilocarpine déterminait une hypersécrétion double, pendant laquelle il s'écoulait une larme par minute de l'œil droit et une toutes les deux minutes de l'œil gauche.

» L'exagération des effets de la pilocarpine du côté de la section implique la suppression de *nerfs modérateurs*.

» Nous ajoutons encore que l'excitation du bout supérieur du nerf fraîchement coupé, pendant l'action de la pilocarpine, modère un peu le travail hypersécrétoire.

» En conséquence, le sympathique cervical conduit aux glandes du mufle, à la glande lacrymale et aux glandes de Meibomius des *fibres excito-sécrétoires* et *fréno-sécrétoires*. Seulement, les fibres fréno-sécrétoires destinées à la région oculo-palpébrale sont relativement beaucoup plus nombreuses que les fibres excitatrices; tandis que les deux sortes de fibres destinées aux glandes du mufle paraissent exister en quantités à peu près égales. »

HYDRAULIQUE. — *Note sur le calme obtenu dans les écluses de navigation à épargne d'eau et à colonnes liquides oscillantes*; par M. **Anatole de Caligny**.

« J'avais proposé de faire arriver l'eau seulement par une des extrémités d'une écluse de navigation, dans l'enclave des portes d'aval, ce qui avait été exécuté avant que j'eusse trouvé un moyen simple d'obtenir la marche automatique de ce système. La manœuvre exigeait beaucoup de précautions pour empêcher les ondes de gêner les bateaux.

» On a modifié l'appareil de manière à faire arriver l'eau aux deux extrémités du sas. Il en est résulté que, non seulement on n'a plus été obligé de prendre ces précautions, mais que les bateaux montants ou descendants n'ont pas même *tendu leurs amarres*.

» Quand l'eau arrivait par une seule extrémité du sas, la marche automatique avait conduit à un singulier résultat. La régularité des mouve-

ments avait augmenté la hauteur de l'onde qui se promenait d'une extrémité à l'autre de l'écluse; de sorte que le perfectionnement, obtenu par cette nouvelle manœuvre, n'était pas sans inconvénient.

» Or, il ne s'est plus présenté rien de semblable quand on a employé la marche automatique, soit pour le remplissage, soit pour la vidange de l'écluse, depuis que l'eau arrive ou sort par les deux extrémités.

» La disposition des lieux et des travaux déjà exécutés ne permettait pas d'établir l'aqueduc, ou tuyau de conduite, avec autant de régularité que cela est indiqué par la dernière figure de la *Pl. VI* de mon Ouvrage intitulé : *Recherches théoriques et expérimentales sur les oscillations de l'eau et les machines hydrauliques à colonnes liquides oscillantes*.

» On a tourné la difficulté en se contentant d'un branchement métallique, d'une section moitié moindre que celle de l'aqueduc, mais dont la longueur était calculée de manière que la colonne liquide, à chaque période de l'appareil, se divise en deux parties à peu près égales à cause des lois de l'inertie. De sorte qu'il entre ou sort de l'écluse à peu près autant d'eau par une extrémité que par l'autre. Aussi, quand on mesure la hauteur de l'eau dans le sas à chacune de ses extrémités, la différence est à peine de $1^{cm}$.

» Ce résultat m'était indiqué par la théorie des ondes. On sait, en effet, de quelle manière l'agitation est diminuée par le degré de hauteur des ondes dites *solitaires*. Mais ici, la manière dont les ondes se produisent étant tout à fait spéciale, il était intéressant de constater ainsi ce résultat sur une grande échelle. On a même par prudence exagéré ensuite les mouvements d'entrée ou de sortie, et il n'en est pas résulté d'inconvénient.

» Il n'a pas été possible de faire des expériences assez sérieuses de rendement avec cette nouvelle disposition, à cause de l'état de vétusté de l'appareil; il pourra être réparé au prochain chômage avec quelques modifications simplifiant encore la marche automatique.

» La théorie indique que la bifurcation de l'aqueduc, objet de cette Note, quand elle sera convenablement exécutée, sera une cause d'augmentation du rendement, malgré une diminution de la durée des manœuvres. Mais, quand même on se contenterait du rendement qui peut être obtenu sans cette modification, il ne résulterait pas moins de ces nouvelles expériences que le calme est mieux établi dans l'écluse, même en y faisant arriver l'eau par deux orifices latéraux seulement, qu'il ne l'était par les ventelles employées encore sur divers canaux.

» On pourra donc appliquer ce système à des écluses déjà construites, puisqu'on peut faire entrer et sortir l'eau par des orifices *latéraux*, sans être obligé, comme on pouvait le craindre, de la faire arriver ou sortir sous le radier de l'écluse, ce qui aurait exigé plus de travaux. »

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. F. Larroque soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur l'induction électromagnétique dans les machines dynamo-électriques de tous les systèmes.

(Commissaires : MM. Resal, Marcel Deprez, Lippmann.)

M. A. Gouzot adresse une Note relative à la mesure de la grandeur du Soleil et de sa distance à la Terre.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. Loubet adresse une Note relative à un projet de chemin de fer tubulaire entre la France et l'Angleterre.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. J. Jullien adresse, de Montélimart, une Note relative au traitement des vignes phylloxérées, par les eaux de vidanges hydrocarburées-sulfurées, liquides et en tourteaux.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

## CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le sixième Volume de « l'Histoire universelle » de M. *Marius Fontane*. Ce volume a pour titre : « Athènes (de 480 à 336 av. J.-C.) ». (Présenté par M. de Lesseps.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Swift (f 1889; nov. 17), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. G. **Bigourdan**. Communiquées par M. Mouchez.

| Dates 1889. | | Étoiles. | Grand. | ☄ — ★. Ascension droite. | ☄ — ★. Déclinaison. | Nombre de comp. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | m s | ′ ″ | |
| Nov. 21......... | *a* | 4912 BD + 12 | 9 | −0.11,45 | + 6.43,4 | 4:4 |
| 21......... | *a* | Id. | 9 | −0. 9,04 | + 6.58,8 | 4:4 |
| 21......... | *b* | Anonyme | 10 | −0. 9,57 | − 2.41,9 | 8:8 |
| 22......... | *c* | 4921 BD + 12 | 9 | −0.11,59 | +10.27,4 | 12:12 |
| 22......... | *d* | Anonyme | 11 | +0.15,59 | + 0.33,1 | 12:12 |
| 23......... | *e* | 5037 BD + 13 | 8 | +0.31,61 | + 7.23,8 | 8:8 |

*Positions des étoiles de comparaison.*

| Dates 1889. | ★. | Ascension droite moyenne 1889,0. | Réduction au jour. | Déclinaison moyenne 1889,0. | Réduction au jour. | Autorités. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | h m s | s | ° ′ ″ | ″ | |
| Nov. 21.... | *a* | 22.50.45,87 | +1,84 | +12.48.54,2 | +18,7 | Schjellerup (9405) |
| 21.... | *b* | 22.50.47,3 | +1,84 | +12.58.42 | +18,8 | Pos. approchée |
| 22.... | *c* | 22.53.10,86 | +1,84 | +13. 3.40,0 | +18,8 | Weisse₁ (1072) |
| 22.... | *d* | 22.52.46,53 | +1,84 | +13.13.55,5 | +18,8 | Rapp. à *c*. |
| 23.... | *e* | 22.54.47,35 | +1,84 | +13.24.19,2 | +18,8 | Weisse₁ (1111) |

*Positions apparentes de la comète.*

| Dates 1889. | Temps moyen de Paris. | Ascension droite apparente. | Log. fact. parall. | Déclinaison apparente. | Log. fact. parall. |
|---|---|---|---|---|---|
| | h m s | h m s | | ° ′ ″ | |
| Nov. 21......... | 5.58.27 | 22.50.36,26 | $\bar{2},921_n$ | +12.55.56,3 | 0,715 |
| 21......... | 6.23.54 | 22.50.38,67 | $\bar{2},602_n$ | +12.56.11,7 | 0,713 |
| 21......... | 6.35.52 | 22.50.39,6 | $\bar{2},285_n$ | +12.56.19 | 0,713 |
| 22......... | 7.21.17 | 22.53. 1,11 | $\bar{2},793$ | +13.14.26,2 | 0,711 |
| 22......... | 7.49.59 | 22.53. 3,96 | $\bar{1},048$ | +13.14.47,4 | 0,714 |
| 23......... | 7.30.57 | 22.55.20,80 | $\bar{2},913$ | +13.32. 1,8 | 0,709 |

*Remarques.* — Nov. 21. La comète est une nébulosité très faible (13,4 environ), à peu près ronde, 50″ environ de diamètre, sans condensation marquée. On soupçonne dans son étendue un ou peut-être plusieurs points stellaires qui sont à l'extrême limite de visibilité.

» Nov. 22. L'étoile *d* a été rapportée, avec l'équatorial, à l'étoile *c*; par 6.3 comparaisons on a obtenu :

| | |
|---|---|
| Ascension droite ★ *d*−★ *c*........ | $-0^{m}.24^{s},33$ |
| Déclinaison » ............ | $+10'.15'',5$ |

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète Swift (1889; nov. 17), faite à l'équatorial de la tour de l'Est*; par Mlle **D. Klumpke**. Communiquée par M. Mouchez.

| Date 1889. | ★. | Grand. | (✶−★). Æ. | (✶−★). ⅅ. | Nombre de comparaisons. |
|---|---|---|---|---|---|
| Nov. 23...... | 1111 $W_1$ | 8 | $+24'',24$ | $+6'24'',12$ | 12:12 |

*Position de l'étoile de comparaison.*

| Date 1889. | ★. | Æ 1889,0. | Réduction au jour. | Décl. 1889,0. | Réduction au jour. | Autorité. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nov. 23..... | 1111 $W_1$ | $22^{h}54^{m}47^{s},35$ | $+1^{s},85$ | $+13°24'19'',1$ | $+18'',9$ | Weisse₁. |

*Position de la comète.*

| Date 1889. | Temps moyen de Paris. | Æ appar. | Log. fact. parall. | ⅅ appar. | Log. fact. parall. |
|---|---|---|---|---|---|
| Nov. 23...... | $6^{h}12^{m}52^{s}$ | $22^{h}55^{m}13^{s},44$ | $\bar{2},729_n$ | $+13°31'2'',1$ | $+0,707$ |

» La comète est extrêmement faible, vaguement ronde, très faiblement condensée et difficile à pointer. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les lignes asymptotiques et les systèmes conjugués tracés sur une surface*. Note de M. **Lelieuvre**, présentée par M. Darboux.

« Dans une précédente Communication [1], je me suis proposé de rechercher, parmi les surfaces A pour lesquelles les coordonnées d'un point, exprimées avec deux paramètres $t$, $\mu$, sont *rationnelles en* $\mu$, celles B pour lesquelles l'intégrale générale $\mu$ de l'équation des asymptotiques n'a que des points critiques fixes. La forme de cette équation, nécessaire pour

---

[1] *Comptes rendus*, janvier 1888.

qu'il en soit ainsi, montre aussitôt que, pour les conjuguées des lignes $t=$ const., $\mu$ est donné par une équation de Riccati. On est donc d'abord conduit à rechercher, parmi les surfaces A, celles C sur lesquelles les *lignes* $\mu =$ const. *et* $t =$ const. *sont conjuguées.*

» I. On peut les obtenir facilement quand les lignes $t =$ const. sont *planes.*

» Je laisse de côté le cas simple où les plans P de ces lignes passent par une droite. On voit aisément que les surfaces C, dans lesquelles les lignes $t =$ const. sont *d'un degré donné*, s'obtiennent alors *par des opérations purement algébriques.*

» Supposons que les plans P enveloppent une développable $\Sigma$. Soient $t=$ const. ses génératrices rectilignes. Une surface quelconque peut être regardée comme la seconde surface focale de la congruence des tangentes à un certain système de lignes $\mu =$ const., tracé sur $\Sigma$; la transformation de Laplace, convenablement appliquée à $\Sigma$, fournira donc, avec une fonction arbitraire de $\mu$ et de $t$, les expressions générales des coordonnées d'un point d'une surface quelconque $\Sigma_1$, rapportée à un système de lignes planes $t =$ const., et à son conjugué $\mu =$ const.

» Pour abréger, je n'examinerai ici que le cas où $\Sigma$ n'est pas un cône. Je désigne par $\Delta_t(A, B, C, \ldots, L)$, où A, B, C, ..., L sont $n$ fonctions de $\mu$ et $t$, le déterminant d'ordre $n$ dont une ligne quelconque de rang $k$ est formée des $n - 1$ dérivées successives, par rapport à $t$, de la fonction écrite au rang $k$ dans la parenthèse, et de cette fonction elle-même (les indices de dérivation étant, bien entendu, toujours dans le même ordre).

» En définissant ainsi un point de $\Sigma$,

$$(\Sigma) \qquad \rho x_i = \Delta_t(\xi_i, D) \qquad (i = 1, 2, 3, 4),$$

les $\xi$ étant fonctions de $t$ seul, et D une fonction arbitraire de $\mu$ et de $t$, on trouve, pour $\Sigma_1$,

$$(\Sigma_1) \qquad \rho x_i = \Delta_t\left(\xi_i, D, \frac{\partial D}{\partial \mu}\right) \qquad (i = 1, 2, 3, 4).$$

» *Pour que* $\Sigma_1$ *soit une surface* C, *il faut et il suffit que* $\Sigma$ *en soit une.* D'ailleurs les coordonnées $u$ d'une tangente à la ligne $t =$ const. rapportée au triangle $(\xi_i, \xi'_i, \xi''_i)$ dans son plan sont exprimées ainsi

$$\rho u_1 = D, \qquad \rho u_2 = \frac{\partial D}{\partial t}, \qquad \rho u_3 = \frac{\partial^2 D}{\partial t^2}.$$

» Nov. 22. L'étoile *d* a été rapportée, avec l'équatorial, à l'étoile *c*; par 6.3 comparaisons on a obtenu :

Ascension droite ★ *d* - ★ *c*............. — $0^m.24^s,33$
Déclinaison » ............. +10'. 15",5

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète Swift* (1889; *nov.* 17), *faite à l'équatorial de la tour de l'Est*; par Mlle **D. Klumpke**. Communiquée par M. Mouchez.

| Date 1889. | ★. | Grand. | (☄ — ★). Æ. | (☄ — ★). Ⓓ. | Nombre de comparaisons. |
|---|---|---|---|---|---|
| Nov. 23....... | 1111 $W_1$ | 8 | +24",24 | +6' 24",12 | 12:12 |

*Position de l'étoile de comparaison.*

| Date 1889. | ★. | Æ 1889,0. | Réduction au jour. | Décl. 1889,0. | Réduction au jour. | Autorité. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nov. 23..... | 1111 $W_1$ | $22^h 54^m 47^s,35$ | $+1^s,85$ | +13°24'19",1 | +18",9 | $Weisse_1$. |

*Position de la comète.*

| Date 1889. | Temps moyen de Paris. | Æ appar. | Log. fact. parall. | Ⓓ appar. | Log. fact. parall. |
|---|---|---|---|---|---|
| Nov. 23...... | $6^h 12^m 52^s$ | $22^h 55^m 13^s,44$ | $\bar{2},729_n$ | +13°31'2",1 | +0,707 |

» La comète est extrêmement faible, vaguement ronde, très faiblement condensée et difficile à pointer. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les lignes asymptotiques et les systèmes conjugués tracés sur une surface.* Note de M. **Lelieuvre**, présentée par M. Darboux.

« Dans une précédente Communication (¹), je me suis proposé de rechercher, parmi les surfaces A pour lesquelles les coordonnées d'un point, exprimées avec deux paramètres $t$, $\mu$, sont *rationnelles en* $\mu$, celles B pour lesquelles l'intégrale générale $\mu$ de l'équation des asymptotiques n'a que des points critiques fixes. La forme de cette équation, nécessaire pour

(¹) *Comptes rendus*, janvier 1888.

qu'il en soit ainsi, montre aussitôt que, pour les conjuguées des lignes $t = \text{const.}$, $\mu$ est donné par une équation de Riccati. On est donc d'abord conduit à rechercher, parmi les surfaces A, celles C sur lesquelles les *lignes* $\mu = \text{const}$, *et* $t = \text{const.}$ *sont conjuguées*.

» I. On peut les obtenir facilement quand les lignes $t = \text{const.}$ sont *planes*.

» Je laisse de côté le cas simple où les plans P de ces lignes passent par une droite. On voit aisément que les surfaces C, dans lesquelles les lignes $t = \text{const.}$ sont *d'un degré donné*, s'obtiennent alors *par des opérations purement algébriques*.

» Supposons que les plans P enveloppent une développable $\Sigma$. Soient $t = \text{const.}$ ses génératrices rectilignes. Une surface quelconque peut être regardée comme la seconde surface focale de la congruence des tangentes à un certain système de lignes $\mu = \text{const.}$, tracé sur $\Sigma$; la transformation de Laplace, convenablement appliquée à $\Sigma$, fournira donc, avec une fonction arbitraire de $\mu$ et de $t$, les expressions générales des coordonnées d'un point d'une surface quelconque $\Sigma_1$, rapportée à un système de lignes planes $t = \text{const.}$, et à son conjugué $\mu = \text{const.}$

» Pour abréger, je n'examinerai ici que le cas où $\Sigma$ n'est pas un cône. Je désigne par $\Delta_t(\mathrm{A}, \mathrm{B}, \mathrm{C}, \ldots, \mathrm{L})$, où A, B, C, ..., L sont $n$ fonctions de $\mu$ et $t$, le déterminant d'ordre $n$ dont une ligne quelconque de rang $k$ est formée des $n-1$ dérivées successives, par rapport à $t$, de la fonction écrite au rang $k$ dans la parenthèse, et de cette fonction elle-même (les indices de dérivation étant, bien entendu, toujours dans le même ordre).

» En définissant ainsi un point de $\Sigma$,

$$(\Sigma) \qquad \rho x_i = \Delta_t(\xi_i, \mathrm{D}) \qquad (i = 1, 2, 3, 4),$$

les $\xi$ étant fonctions de $t$ seul, et D une fonction arbitraire de $\mu$ et de $t$, on trouve, pour $\Sigma_1$,

$$(\Sigma_1) \qquad \rho x_i = \Delta_t\left(\xi_i, \mathrm{D}, \frac{\partial \mathrm{D}}{\partial \mu}\right) \qquad (i = 1, 2, 3, 4).$$

» *Pour que* $\Sigma_1$ *soit une surface* C, *il faut et il suffit que* $\Sigma$ *en soit une*. D'ailleurs les coordonnées $u$ d'une tangente à la ligne $t = \text{const.}$ rapportée au triangle $(\xi_i, \xi'_i, \xi''_i)$ dans son plan sont exprimées ainsi

$$\rho u_1 = \mathrm{D}, \qquad \rho u_2 = \frac{\partial \mathrm{D}}{\partial t}, \qquad \rho u_3 = \frac{\partial^2 \mathrm{D}}{\partial t^2}.$$

sante pour qu'il y ait entre eux une relation indépendante de ces variables est, comme il résulte d'un Mémoire de Jacobi, que les déterminants fonctionnels de ces $n+1$ fonctions par rapport à $n+1$ quelconques des variables soient égaux à zéro. En particulier,

$$\begin{vmatrix} \psi'(a) & \psi'(b) & \dots \\ \psi''(a) & \psi''(b) & \dots \\ \dots\dots & \dots\dots & \dots \\ \psi^{(n+1)}(a) & \psi^{(n+1)}(b) & \dots \end{vmatrix} = 0.$$

» Il y a donc une même relation linéaire et homogène entre tous les éléments de chacune des colonnes de ce déterminant; soit

$$\lambda\psi'(a) + \mu\psi''(a) + \dots + \rho\psi^{(n+1)}(a) = 0,$$

$\lambda, \mu, \dots, \rho$ étant évidemment indépendants de $a$ et non tous nuls à la fois.

» La question est ainsi ramenée au problème classique de l'intégration d'une équation différentielle linéaire à coefficients constants sans second membre. Parmi les solutions, je me contente de signaler celles qui correspondent à l'hypothèse où l'*équation caractéristique* a une racine simple ou multiple égale à zéro.

» Les applications les plus importantes des formules que je viens de déterminer sont certainement l'interpolation des Tables dites *de mortalité*, et le calcul des annuités viagères sur plusieurs têtes.

» Lorsque $n=1$, on retrouve la loi de Gompertz, celle de Makeham, et aussi deux autres très élémentaires que j'avais précédemment signalées à l'Académie.

» Lorsque $n=2$, en supposant que l'*équation caractéristique* a deux racines nulles, une seule, deux racines différentes de zéro mais égales, enfin deux racines différentes de zéro et distinctes, on arrive aux formules ci-dessous :

$$\varphi(z) = e^{A+Bz+Cz^2+Dz^3},$$
$$\varphi(z) = e^{A+Bz+Cz^2+qg^z},$$
$$\varphi(z) = e^{A+Bz+(q+rz)g^z},$$
$$\varphi(z) = e^{A+Bz+qg^z+rh^z};$$

$A, B, C, D, g, h, q, r$ sont des constantes.

» Ces dernières formules permettent de représenter, plus exactement que les formules déjà connues, une Table de mortalité déduite d'observations directes, puisque leur expression contient 4, 5 et même 6 constantes.

» D'ailleurs, le mode de démonstration que j'ai employé montre qu'elles sont les seules pour lesquelles une annuité viagère sur plusieurs têtes se transforme en une fonction de deux variables seulement, $\alpha$ et $\beta$. Pour nous conformer aux habitudes des Compagnies d'assurances, nous pouvons regarder ces deux variables comme les âges de deux individus, dont la probabilité de survie, au bout du temps $x$, serait figurée par

$$\frac{H(\alpha+x)}{H(\alpha)}\frac{H(\beta+x)}{H(\beta)},$$

$H(z)$ correspondant à l'âge $z$ dans une Table de mortalité *fictive* et convenablement construite.

» Il est facile de reconnaître que $H(z)$ a la même forme que $\varphi(z)$, sauf à donner d'autres valeurs à quelques-unes des constantes. Soit, en effet,

$$\frac{H'(z)}{H(z)} = J(z),$$

le système (2) devient

$$\begin{aligned}\psi(a)+\psi(b)+\ldots+\psi(l) &= J(\alpha)+J(\beta),\\ \psi'(a)+\psi'(b)+\ldots+\psi'(l) &= J'(\alpha)+J'(\beta),\\ \psi''(a)+\psi''(b)+\ldots+\psi''(l) &= J''(\alpha)+J''(\beta).\end{aligned}$$

» Prenons les dérivées par rapport à $a$ des deux membres de ces équations

$$\begin{aligned}\psi'(a) &= J'(\alpha)\alpha'_a + J'(\beta)\beta'_a,\\ \psi''(a) &= J''(\alpha)\alpha'_a + J''(\beta)\beta'_a,\\ \psi'''(a) &= J'''(\alpha)\alpha'_a + J'''(\beta)\beta'_a.\end{aligned}$$

» Donc

$$\begin{vmatrix}\psi'(a) & J'(\alpha) & J'(\beta)\\ \psi''(a) & J''(\alpha) & J''(\beta)\\ \psi'''(a) & J'''(\alpha) & J'''(\beta)\end{vmatrix} = 0,$$

et, puisqu'on a la relation

$$\lambda\psi'(a)+\mu\psi''(a)+\rho\psi'''(a)=0,$$

on a aussi

$$\lambda J'(\alpha)+\mu J''(\alpha)+\rho J'''(\alpha)=0.$$

» Ainsi $J(z)$ et $\psi(z)$, et par suite $H(z)$ et $\varphi(z)$, coïncident, à certaines constantes près.

» Un raisonnement analogue s'appliquerait, d'ailleurs, au cas où $n$ est quelconque. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un dispositif de frein de Prony, destiné à l'évaluation exacte des couples moteurs.* Note de M. **Hillairet**, présentée par M. Mascart.

« La plupart des freins d'absorption en usage dans l'industrie, pour l'évaluation du travail des machines, présentent le même dispositif général, et le moment moteur y est équilibré par le moment d'une force presque toujours unique et agissant d'un seul côté de la poulie du frein. En même temps que cette force agit pour équilibrer l'effort moteur, elle donne lieu à une résultante de translation, de même grandeur et direction, qui agit sur le coussinet du palier moteur pour le charger ou le soulager, suivant les cas. Cette action parasite du tourillon moteur sur ses coussinets donne lieu, au contact des surfaces frottantes, à un effort variable dont le moment atténue la valeur sensible de l'effort moteur, de sorte que le travail évalué au frein représente seulement le travail moteur, diminué du travail de frottement signalé plus haut.

» Or ce dernier est essentiellement variable, puisqu'il est proportionnel : 1° à la charge variable au frein; 2° au coefficient de frottement des surfaces en contact, variable lui-même avec l'état du graissage. Il est impossible de l'évaluer exactement à chaque instant pendant le cours d'une série d'essais. On est donc, en général, conduit à négliger, par nécessité, la valeur d'un terme qui peut atteindre, dans certains cas, jusqu'à 4 ou 5 pour 100 de la quantité à mesurer.

» Ayant eu à exécuter récemment des essais très précis pour la détermination du rendement mécanique brut d'une transmission électrique de 300 chevaux, je me suis appliqué à éliminer ce travail parasite, en cherchant à réaliser un couple résistant qui pût exactement équilibrer le couple moteur, de façon à supprimer toute résultante de translation.

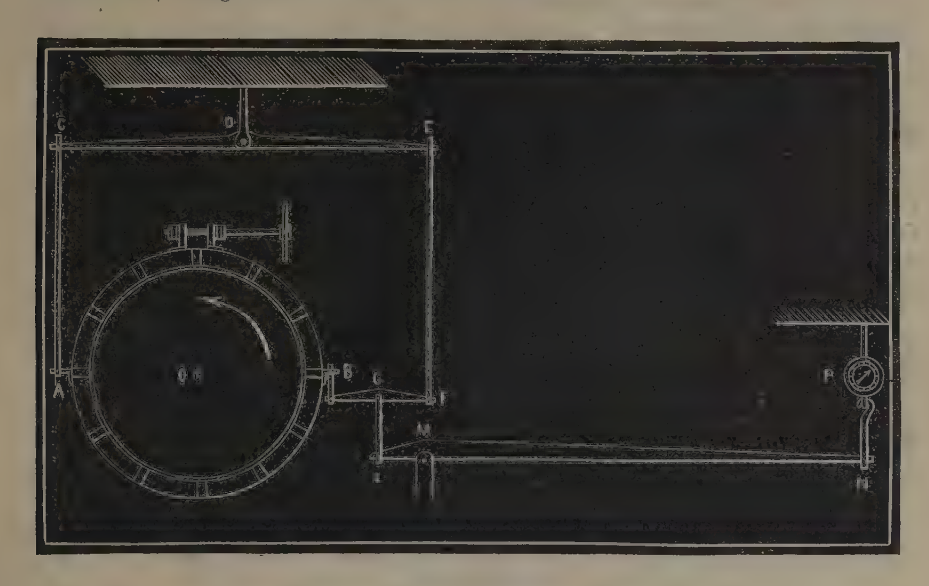
» Le dispositif de *frein à couple* ainsi obtenu est représenté par le diagramme ci-contre.

» On remarquera que l'action antagoniste est obtenue au moyen du ressort d'un peson.

» Bien que l'emploi du peson dans les essais au frein soit déjà ancien, il est bon de rappeler la facilité qu'il apporte dans les essais suivis de puissances variables, le serrage du collier suffisant à faire varier l'effort.

» Outre l'exactitude que donne aux évaluations ce dispositif, nous pouvons signaler la sécurité absolue qui en résulte dans son emploi, l'en-

semble des fléaux et des tiges occupant une position rigoureusement fixe dans l'espace, et la course du ressort du peson n'étant que quelques millièmes de la longueur du bras de levier MN.




LÉGENDE

O, arbre moteur.
AKB, collier de frein.
V, volant de serrage du collier.
CE, fléau oscillant autour du point fixe D.
CA, EF, tiges d'attache.
BF, balancier d'attelage.
GL, tige d'attache.
LN, levier de réduction des efforts oscillant en M.
P, peson.

» Ce dispositif a été réalisé pour la mesure des travaux fournis et transmis de la transmission électrique des usines Chevrant, à Domène (Isère) (1).

---

(1) Depuis la fin du mois de septembre dernier, les usines Chevrant (fabriques de papier) sont mises en mouvement par une transmission électrique effectuée au moyen de deux machines, génératrice et réceptrice, séparées par une distance de $5^{km}$.

La génératrice, dont la puissance maxima est de 300 chevaux, est conduite directement par une turbine de même puissance, faisant 240 tours par minute et recevant

» Les dimensions du frein employé sont

| | |
|---|---|
| Diamètre de la poulie | $1^{m},000$ |
| Largeur de la jante | 0,400 |
| OA = OB | 0,599 |
| LM | 0,200 |
| MN | 2,000 |

En N étaient attelés deux pesons de $100^{kg}$ chacun.

---

l'eau d'une chute de $70^{m}$ de hauteur, prélevée sur le ruisseau le *Domenon* et canalisée dans une conduite en tôle d'acier, d'un développement total de $700^{m}$.

La réceptrice peut, au maximum, développer 200 chevaux à la vitesse de 300 tours par minute.

Les deux dynamos sont reliées par une ligne formée de deux câbles de cuivre nu, d'une section de $50^{mmq}$. La transmission fonctionne jour et nuit, avec deux arrêts de vingt minutes chacun, le matin et le soir.

Les turbines et les machines à vapeur de secours, auxquelles cette transmission a pour but de suppléer, sont arrêtées et les chaudières correspondantes éteintes.

Les données électriques principales de la transmission sont les suivantes :

| | |
|---|---|
| Force électromotrice maxima | 2,850 volts |
| Intensité de régime maxima | 70 ampères |

*Résistances.*

| | | |
|---|---|---|
| Génératrice | Inducteurs | $0^{\omega},950$ |
| | Induit | 0,984 |
| | Résistance totale | 1,934 |
| Réceptrice | Inducteurs | 0,731 |
| | Induit | 0,690 |
| | Résistance totale | 1,421 |
| | Ligne | 3,474 |
| | Résistance totale du circuit | 6,829 |

Perte de charge totale à 70 ampères :

$$6^{\omega},829 \times 70^{a} = 478^{v},03.$$

Rendement électrique calculé d'après les résistances :

$$\frac{2,850 - 478}{2,850} = \frac{2,372}{2,850} = 0,83.$$

Le rendement mécanique brut, déterminé d'après les essais au frein (par substitution) de la turbine et de la réceptrice oscille entre 0,63 et 0,66 en travail maximum.

L'isolement des machines et de la ligne n'a donné lieu à aucun accident ni à aucun mécompte, et la conduite de l'installation n'est nullement dangereuse.

» La tare du balancier BF et de la tige GL était de $24^{kg}$, et la tare du levier LN était donnée par le déplacement initial des pesons à vide, et fut de $15^{kg}$. Le collier étant graissé et la jante arrosée, à l'intérieur, d'une façon continue, les essais ont pu se prolonger pendant plusieurs heures pour le tarage de la turbine et l'essai de la réceptrice.

» Le travail maximum, évalué avec ce modèle, a été de 300 chevaux avec une vitesse angulaire de 240 tours par minute. »

PHYSIQUE. — *Sur l'emploi des conductibilités électriques pour étudier les déplacements et partages des acides à fonction complexe.* Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. Lippmann.

« On connaît toute une catégorie de corps réunissant à la fois la fonction acide et la fonction alcaline. L'acide aspartique est l'un des plus simples d'entre eux. Je me suis proposé d'étudier les équilibres qui se produisent en présence de cet acide dans les dissolutions salines étendues. Ces équilibres dépendent de la présence des acides antagonistes qui, d'un côté, peuvent prendre tout ou partie de la base minérale, et, d'un autre, s'unir avec l'acide aspartique lui-même. Ils sont aussi subordonnés à la présence d'un excès de base minérale formant un sel basique et à la présence d'un excès de chlorure alcalin formant un sel double. On peut prévoir ainsi des phénomènes complexes, mais se rattachant à des idées générales simples. Tel est l'objet de la présente recherche.

» Les mesures ont été faites avec l'électromètre capillaire de M. Lippmann, par la méthode électrométrique, sous la forme que lui a donnée M. Bouty. Toutes les dissolutions dont il s'agit sont à $\frac{1}{100}$ d'équivalent par litre.

» J'ai trouvé vers 20° les conductibilités suivantes :

| | |
|---|---|
| Chlorure de potassium | 1,000 |
| Acide aspartique | 0,255 |
| Aspartate de soude | 0,534 |
| Acide chlorhydrique | 3,077 |
| Chlorure de sodium | 0,838 |
| Soude | 1,540 |

» J'ai vérifié que, pour des solutions aussi étendues, la variation de conductibilité moléculaire par la dilution était trop faible pour qu'il y eût lieu d'en tenir compte dans ces calculs.

» J'ai examiné d'abord les réactions de l'acide aspartique envisagé principalement au point de vue de sa fonction acide. Voici les conductibilités de mélanges d'acide aspartique et de chlorure de sodium en diverses proportions vers 20° :

| | | Calculé. Décomposition | | |
|---|---|---|---|---|
| | Observé. | nulle. | totale. | Δ. |
| $\frac{1}{5}(4C^8H^7AzO^8 + NaCl)$..... | 0,388 | 0,372 | 0,876 | 0,016 |
| $\frac{1}{4}(3C^8H^7AzO^8 + NaCl)$..... | 0,414 | 0,401 | 1,030 | 0,013 |
| $\frac{1}{3}(2C^8H^7AzO^8 + NaCl)$..... | 0,479 | 0,449 | 1,289 | 0,030 |
| $\frac{1}{2}(C^8H^7AzO^8 + NaCl)$..... | 0,597 | 0,546 | 1,805 | 0,051 |
| $\frac{1}{3}(C^8H^7AzO^8 + 2NaCl)$..... | 0,681 | 0,643 | 1,480 | 0,038 |
| $\frac{1}{4}(C^8H^7AzO^8 + 3NaCl)$..... | 0,725 | 0,692 | 1,321 | 0,033 |
| $\frac{1}{5}(C^8H^7AzO^8 + 4NaCl)$..... | 0,753 | 0,722 | 1,224 | 0,031 |

» On voit que, quand on mêle 1 molécule d'acide aspartique et 1 molécule de chlorure de sodium, la conductibilité trouvée est différente de la conductibilité calculée. Si l'on admet qu'il y a double décomposition suivant la formule

$$C^8H^7AzO^8 + NaCl = C^8H^6NaAzO^8 + HCl,$$

c'est-à-dire production partielle d'aspartate de soude et d'acide chlorhydrique, et que les quatre corps coexistent dans la liqueur sans phénomène secondaire (tel que formation de sel double), on calcule que la proportion de chlorure de sodium décomposé et, par conséquent, d'acide chlorhydrique formé est à peu près 4 pour 100. La différence Δ, entre la conductibilité observée et celle qui correspondrait à une décomposition nulle, est maximum pour le mélange à molécules égales et décroît progressivement avec l'excès de l'un ou l'autre des corps réagissants.

» En raison des réactions secondaires, le précédent calcul de décomposition n'est pas exact en toute rigueur. En effet, les observations suivantes montrent qu'il y a réaction : 1° entre l'acide aspartique et l'acide chlorhydrique; 2° entre l'acide aspartique et l'aspartate; 3° entre l'aspartate et le chlorure de sodium. Mais elles font voir aussi que, vu la faible proportion d'aspartate et d'acide chlorhydrique, et bien que toutes ces réactions agissent dans le même sens, de manière à abaisser la conductibilité, les chiffres seraient à peine modifiés.

» On peut chercher quelle est, dans la suite des mélanges où l'on

augmente progressivement l'excès de l'un des corps, l'action propre de chaque molécule nouvelle de ce corps. On envisagera le mélange de 2 molécules de chlorure de sodium et d'une molécule d'acide aspartique comme formé par l'addition d'une molécule de chlorure de sodium, dont la conductibilité est 0,838, au mélange d'une molécule d'acide aspartique et d'une molécule de chlorure de sodium dont la conductibilité vient d'être trouvée égale à 0,597. La conductibilité ainsi calculée sera $\frac{1}{3}(2 \times 0,597 + 0,838)$, ou 0,677. La conductibilité observée est 0,681. Elle est presque identique. Ceci montre donc que l'action de la seconde molécule est très faible. On calculera de même la conductibilité du mélange de 3 molécules de chlorure et d'une molécule d'acide en partant de ce nombre 0,681. On aura $\frac{1}{4}(3 \times 0,681 + 0,838)$ ou 720. Le nombre observé est 725. L'action de la troisième molécule est donc également très faible.

» Si, partant du mélange à molécules égales, on augmente inversement la proportion de l'acide aspartique, on constate que les actions d'une deuxième ou d'une troisième molécule peuvent être regardées comme nulles.

» Soient maintenant les mélanges d'aspartate de soude et d'acide chlorhydrique. J'ai trouvé, vers 18° :

| | | Calculé. — Décomposition | |
|---|---|---|---|
| | Observé. | nulle. | totale. |
| $\frac{1}{2}(C^8H^6NaAzO^8 + HCl)$............ | 0,595 | 1,805 | 0,546 |
| $\frac{1}{3}(2C^8H^6NaAzO^8 + HCl)$............ | 0,487 | 1,382 | 0,541 |
| $\frac{1}{4}(3C^8H^6NaAzO^8 + HCl)$............ | 0,484 | 1,169 | 0,539 |

» Il résulte du nombre correspondant au mélange à molécules égales que l'acide chlorhydrique déplace presque entièrement l'acide aspartique (dans la proportion de 96 pour 100); c'est ce que nous avons déjà constaté en parlant du système inverse.

» Quand on mêle 2 molécules d'aspartate et 1 molécule d'acide chlorhydrique, la conductibilité tombe au-dessous de celle qui correspondrait à la décomposition totale. Ceci est dû à deux actions secondaires : celles de l'aspartate de soude : 1° sur l'acide aspartique; 2° sur le chlorure de sodium. La première, qui est la plus forte des deux, suffit à rendre compte de l'abaissement. Remarquons, en effet, que le mélange (aspartate + acide chlorhydrique) correspond, puisqu'il y a décomposition presque complète, au système (acide aspartique + chlorure de sodium). Ajoutons 1 mo-

lécule d'aspartate, elle se combine à l'acide aspartique. Si nous tenons compte de l'abaissement de conductibilité qui en résulte, nous trouvons, pour la conductibilité du mélange, 0,490, nombre qui se confond sensiblement avec le nombre observé 0,487.

» Ajoutons une seconde molécule d'aspartate, elle se combinera à la molécule libre de chlorure de sodium. Nous aurons une double réaction (aspartate + acide aspartique) + (aspartate + chlorure de sodium). En calculant ainsi la conductibilité, nous tombons exactement sur le nombre observé 0,484. »

PHYSIQUE. — *Variations de la résistance électrique de l'acide hypoazotique sous l'influence des changements de température.* Note de M. **J.-J. Boguski**, présentée par M. Lippmann.

« L'acide hypoazotique liquéfié (tétroxyde d'azote, $Az^2O^4$) constitue un mauvais conducteur de l'électricité, traversé à peine par des courants d'une forte bobine d'induction; ces courants deviennent néanmoins bien perceptibles au téléphone et à l'électrodynamomètre, lorsque le liquide est additionné d'eau dans une proportion minime (de $\frac{1}{10000}$ à $\frac{1}{1000}$). C'est à cet état que l'acide hypoazotique, présentant une couleur claire de vert d'émeraude, a été renfermé dans des tubes scellés, entre deux électrodes de platine, recouvertes de noir de platine, dont la distance a varié de $0^{cm},3$ à $5^{cm}$. La résistance de l'acide hypoazotique étant énorme (de millions d'ohms pour une colonne de $1^m$ de longueur et $1^{mmq}$, de section) et impossible à déterminer exactement en unités absolues avec les instruments dont je dispose, je me suis contenté d'étudier la loi de ses variations en fonction de la température en termes relatifs. Je me suis servi, dans ce but, de différentes méthodes de mesure, en employant des courants constants, des courants alternatifs instantanés et des courants alternatifs d'une bobine d'induction, qui réduisent au minimum l'influence de la polarisation des électrodes. Comme indicateurs des courants, j'ai employé le galvanomètre à miroir de Siemens et Halske, le téléphone et l'électrodynamomètre. Dans le cas des courants constants, j'ai déterminé la différence du potentiel aux électrodes à l'aide de l'électromètre de MM. Mascart et Carpentier.

» Les résultats concordants de mesures obtenues ainsi à l'aide de différentes méthodes me permettent de formuler les deux conclusions suivantes :

» I. L'accroissement de température de l'acide hypoazotique produit

une augmentation de sa résistance électrique, dont j'ai constaté les plus brusques variations entre 0° et 17°C. Au-dessus de 70°C. l'acide hypoazotique forme un isolant presque parfait.

» II. J'ai constaté, pendant l'échauffement de l'acide hypoazotique, deux phénomènes consécutifs qui méritent une attention particulière. A une augmentation de température jusqu'à une limite fixe et donnée correspond, en général, un accroissement *statique* et définitif de la résistance du liquide; mais cet accroissement même *est précédé d'une diminution dynamique* (passagère) de la résistance, dont la valeur momentanée n'est quelquefois que $\frac{1}{100}$ ou $\frac{1}{2000}$ de la résistance statique et normale. Cette diminution passagère de la résistance est d'autant plus grande que le liquide a été chauffé plus brusquement. La durée de cet effet dynamique dépasse rarement une minute, car la résistance de l'acide hypoazotique remonte jusqu'à sa valeur normale par rapport à une température donnée, dès que l'équilibre thermique est atteint. On peut étudier ces effets par différentes méthodes de mesure, et même en déterminant la différence du potentiel aux électrodes à l'aide de l'électromètre. Le Tableau suivant renferme un extrait de mon journal d'expériences, dont les valeurs numériques ne sont que relatives.

Tube n° 1. — *Distance des électrodes*, $5^{mm},88$. $Az^2O^4$ *liquide, vert d'émeraude.*

Courants constants.

| Numéros d'observations. | Températures initiales. | Déviations initiales du galvanomètre. | Températures finales. | Déviations finales du galvanomètre. | Déviations maxima et passagère du galvanomètre. |
|---|---|---|---|---|---|
| | ° | mm | ° | mm | |
| 38...... | 17,9 | 34 | 75 | 0,1 | 68mm |
| 39...... | 8,7 | 150 | 35,6 | 10,0 | au-dessus de 500mm |
| 40...... | 15,4 | 57 | 32,4 | 9,0 | 315mm |
| 41...... | 13,0 | 203 | 26,0 | 15,0 | 430mm |

Courants instantanés alternatifs.

| Numéros d'observations. | Températures initiales. | Déviations initiales du galvanomètre. | Températures finales. | Déviations finales du galvanomètre. | Déviations maxima et passagère du galvanomètre. |
|---|---|---|---|---|---|
| | ° | mm | ° | mm | mm |
| V...... | 10,6 | 37 | 72,0 | 0,1 | 140 |
| VI...... | 15,6 | 13 | 77,0 | 0,1 | 120 |
| VII..... | 4,6 | 43 | 57,0 | 0,1 | 160 |
| VIII.... | 48,0 | 0,1 | 83,0 | 0,0 | 0 |
| X...... | 16,6 | 14 | 30,2 | 6,0 | 120 |
| IX..... | 12,0 | 10 | 30,4 | 6,0 | 160 |
| II...... | 13,3 | 65 | 50,0 | 1,0 | 85 |

» La diminution momentanée de la résistance de l'acide hypoazotique pendant la durée de son échauffement est si sensible que les oscillations correspondantes de l'aiguille du galvanomètre peuvent être démontrées par le rapprochement, soit d'une lampe, soit même de l'observateur par rapport au tube liquide, quand la température du tube est inférieure à celle du milieu : la déviation du galvanomètre augmente alors pendant un instant, pour diminuer ensuite, dès que le liquide a acquis sa résistance normale, et plus grande, sous l'influence d'une température stable et plus élevée.

» Bien que la théorie complète de mes expériences soit encore prématurée, je suppose que le phénomène tient probablement à la dissociation de $Az^2O^4$ en $2AzO^2$. Les deux composés $Az^2O^4$ et $AzO^2$ ne sont pas décomposés par le courant électrique et constituent, par conséquent, des corps isolants soit à l'état séparé, soit à l'état de mélange : en effet, la conductibilité des liquides est liée à leur électrolyse et au transport subséquant de leurs ions. La dissociation de $Az^2O^4$ pendant son échauffement, mise en lumière si nettement par des travaux récents [1], produit un mouvement d'atomes qui favorise le transport convectif de l'électricité et diminue, par suite, la résistance du liquide; ce mouvement atomique cesse bientôt, lorsque les atomes sont fixés par de nouvelles molécules, et qu'un nouvel équilibre thermique s'est établi : la résistance du liquide remonte alors à sa valeur normale et statique.

» Peut-on produire un phénomène inverse, par le fait d'un brusque refroidissement de l'acide hypoazotique? J'ai observé, pendant mes expériences, que le refroidissement du liquide correspondait toujours à une déviation de l'aiguille dans un même sens, et que, dans ce cas, n'apparaissent jamais les oscillations si caractéristiques pour l'échauffement.

» Il serait très intéressant, à mon avis, d'étendre ces recherches expérimentales à d'autres liquides facilement dissociables à certaines températures, et de voir si leur résistance est sujette aux variations dynamiques, si nettement accusées par l'acide hypoazotique [2]. »

---

(1) Ed. et Lad. Natanson, *Wiedem. Annalen*, t. XXIV, p. 454; 1885.

(2) Ce travail a été fait au laboratoire de Physique du Musée de l'Industrie et de l'Agriculture, à Varsovie.

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation et propriétés du bifluorure de platine anhydre.* Note de M. **H. Moissan**, présentée par M. Troost.

« Dans les recherches entreprises jusqu'ici pour isoler le fluor, plusieurs savants ont cherché inutilement à préparer le fluorure de platine à l'état anhydre. Il semblait, d'après les analogies des fluorures et des chlorures, que le fluorure de platine pourrait se dédoubler en platine et en fluor par une simple élévation de température. C'est ainsi que M. Fremy écrivait en 1856 les lignes suivantes : « Quant aux fluorures d'or et de platine qui » auraient problablement donné du fluor par la calcination, si j'avais pu » les obtenir à l'état anhydre, il m'a été impossible de les produire en » unissant l'acide fluorhydrique aux oxydes hydratés d'or et de platine (¹) ».

» Ce qui était impossible, et nous verrons plus loin pourquoi, en partant de l'acide fluorhydrique et d'oxydes hydratés, est devenu relativement facile en se servant de platine et de fluor. Nous avons déjà eu l'occasion, dans nos premières recherches sur le fluor, d'indiquer que le platine était facilement attaqué à chaud par ce corps simple (²).

» Nous avons d'abord déterminé dans quelles conditions de température l'attaque du platine pouvait se produire. Lorsque le fluor est bien exempt d'acide fluorhydrique, le platine sous forme de fils ou de lames ne s'attaque pas à la température de 100°. Pour que la combinaison se forme avec netteté, une température de 500° à 600° est nécessaire. Si le platine se trouve en présence d'un mélange gazeux de fluor et d'acide fluorhydrique, l'attaque se produit avec plus de facilité. Il en est de même lorsque le platine reste au contact d'acide fluorhydrique liquide saturé de fluor, comme dans nos appareils à électrolyse; dans ce cas, la tige de platine qui sert d'électrode positive est très rapidement corrodée, même à une température voisine de 0°.

» Le fluor pur attaquant fortement le platine à une température de 500° à 600°, il a suffi, pour obtenir la combinaison de ces deux corps, de chauffer au rouge sombre du platine maintenu dans un courant de gaz fluor. Si le maniement du fluor à la température ordinaire présente déjà de

---

(¹) Fremy, *Recherches sur les fluorures* (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLVII, p. 44).

(²) Moissan, *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XII, p. 472.

nombreuses difficultés, on comprend que l'expérience exige quelques précautions. Pour la réaliser, on prend un faisceau de fils de platine que l'on introduit dans un tube de platine épais ou dans un tube de fluorine traversé par un courant rapide de fluor, et maintenu au rouge sombre. Aussitôt qu'il s'est formé du fluorure de platine, le faisceau de fils métalliques est retiré de l'appareil et placé dans un tube de verre bien sec. Si la préparation a été faite dans un tube de platine, une assez grande quantité de fluorure fondu reste dans l'appareil.

» Le fluorure de platine se présente en masses fondues d'un rouge foncé ou en petits cristaux jaune chamois rappelant la teinte du chlorure de platine anhydre. C'est un corps éminemment hygroscopique; il attire très rapidement l'humidité et il nous a été impossible de le conserver quelques mois sans altération dans des tubes de verre bouchés et bien séchés au préalable. Sa réaction la plus curieuse est celle qu'il fournit au contact de l'eau. Vient-on à mettre ce composé en présence d'une petite quantité d'eau distillée, dans une capsule de platine, il se produit de suite une solution de couleur fauve; mais presque aussitôt le liquide s'échauffe et le fluorure se décompose en donnant de l'oxyde platinique hydraté et de l'acide fluorhydrique. Si la quantité d'eau est assez grande par rapport au fluorure, et sa température peu élevée, on peut conserver la solution quelques instants sans que la décomposition se produise. Aussitôt que l'on porte le liquide à l'ébullition, on détermine rapidement le dédoublement indiqué ci-dessus. Cette décomposition par l'eau explique comment il a été impossible jusqu'ici de préparer le fluorure de platine anhydre par voie humide. Ce composé ne peut pas se produire au contact de l'eau, puisqu'il décompose rapidement ce liquide, le fluor s'unissant à l'hydrogène pour donner de l'acide fluorhydrique, et le platine se combinant à l'oxygène pour former un précipité d'un brun jaune, soluble dans la potasse et rappelant par ses propriétés le bioxyde hydraté de M. Fremy $PtO^2H^2O^2$.

» Sous l'action d'une chaleur rouge, le fluorure de platine se dédouble en fluor qui se dégage et en platine métallique. On peut faire cette expérience en portant vivement au rouge, dans un tube de platine fermé à une extrémité, le fluorure obtenu ainsi que nous venons de l'indiquer. Si l'on place alors du silicium cristallisé à l'extrémité ouverte du tube de platine dans lequel se fait ce dédoublement, on voit ce silicium prendre feu à la température ordinaire; cette réaction nous indique nettement que le fluor a été mis en liberté. Enfin, si l'on examine le platine qui provient de cette décomposition, on voit très bien à l'œil nu que le métal est cris-

tallisé. Le platine qui se forme en présence du fluor prend donc la forme cristalline. Ce nouvel exemple vient s'ajouter à ceux qui ont permis à M. Daubrée d'appeler l'attention sur le rôle minéralisateur du fluor, conclusion qui a été, depuis, maintes fois confirmée, notamment par les belles synthèses minéralogiques de Henri Sainte-Claire Deville et de M. Hautefeuille.

» L'analyse du fluorure de platine a été faite en dissolvant ce sel dans une grande quantité d'eau froide, en décantant rapidement pour séparer la petite quantité de protofluorure insoluble qui s'est faite au contact du métal, et en décomposant ensuite le liquide à l'ébullition. On évapore à sec, on calcine, et du poids de platine on déduit la composition du fluorure soluble dans l'eau. Les analyses répondent à la formule $PtFl^2$.

» L'or nous a fourni, dans les mêmes conditions, un fluorure de couleur foncée très hygroscopique et décomposable aussi par une élévation de température en fluor et en métal.

» En résumé, le bifluorure de platine $PtFl^2$ décompose l'eau à la température ordinaire, ce qui explique pourquoi on ne peut pas le préparer par voie humide. Soumis à l'action d'une chaleur rouge, il se dédouble en platine cristallisé et en fluor.

» Lorsqu'on saura obtenir ce composé par une méthode détournée, et je ne doute pas que cela ne puisse se produire, bien que tous mes essais tentés dans cette voie aient été infructueux, il sera facile d'avoir une préparation du fluor fondée sur une réaction chimique.

» Le fluor pur n'attaquant nullement le platine à la température ordinaire, il devenait possible de déterminer les constantes physiques de ce nouveau corps simple gazeux. J'aurai l'honneur de soumettre bientôt à l'Académie les nouvelles recherches qui m'ont permis de déterminer la densité, la couleur et le spectre du fluor. »

CHIMIE. — *Contribution à l'étude des doubles décompositions entre les sels halogènes de mercure et de zinc.* Note de M. **Raoul Varet**, présentée par M. Berthelot.

« I. *Action du cyanure de mercure sur le bromure de zinc.* — Dans une solution bouillante et saturée de cyanure de mercure, on verse goutte à goutte une solution concentrée de bromure de zinc ($11^{gr},25$ de ZnBr pour $25^{gr}$ de HgCy). A chaque addition de Zn Br, il y a formation d'un précipité blanc de cyanure de zinc; on agite pour le faire disparaître, mais on n'y

réussit qu'incomplètement. On filtre, pour séparer le ZnCy non dissous. Par refroidissement, la liqueur laisse déposer des cristaux blancs, assez semblables au bromure mercurique comme aspect. Ces cristaux, séchés entre des doubles de papier, répondent à la formule $HgCy . ZnCy . HgBr + 8HO$.

» L'équation de la réaction est

$$2HgCy + ZnBr = HgCy . ZnCy . HgBr.$$

» C'est un corps inaltérable ou peu altérable à l'air; assez soluble dans l'eau; il se déshydrate complètement quand on le chauffe à 100°, ou quand on le laisse dans le vide sec pendant plusieurs jours.

» Quand on chauffe ce sel, il fond d'abord dans son eau de cristallisation, puis il noircit, dégage du mercure et du cyanogène; du bromure de mercure se dépose sur les parois du tube, et il reste du carbonate de zinc.

» L'acide azotique étendu le décompose en acide cyanhydrique, azotate de zinc, bromure et cyanure de mercure.

» Traité par le gaz ammoniac sec, il se déshydrate et fixe deux équivalents de $AzH^3$. Quand on le traite par l'ammoniaque aqueuse, il blanchit, échange son eau contre de l'ammoniaque et se dissout. Par refroidissement, il se dépose de petits mamelons cristallins répondant à la formule

$$HgCy . ZnCy . HgBr + 2AzH^3.$$

» Ce dernier corps est décomposable par l'eau; exposé à l'air, il perd de l'ammoniaque. A froid, il est peu soluble dans l'ammoniaque aqueuse ou alcoolique.

» Il semble qu'il soit plus simple de considérer le composé

$$ZnCy . HgCy . HgBr + 8HO$$

comme une combinaison de cyanure de mercure avec le bromure de zinc; on aurait alors $(HgCy)^2 ZnBr + 8HO$. Cette formule doit être rejetée, et ce corps est bien, comme nous l'avons indiqué, une combinaison de cyanure double de mercure et de zinc avec le bromure de mercure. En effet, si à sa solution aqueuse on ajoute de l'iodure de potassium, il se fait d'abord un précipité de cyanure de zinc, puis il y a précipitation d'iodure mercurique qu'un excès de IK redissout. La réaction suivante a eu lieu :

(1) $ZnCy, HgCy, HgBr + IK = ZnCy + HgCy\,HgBr\,IK,$

(2) $2HgCy, HgBr, IK = HgCy . KCy . HgI + HgI + KBr.$

» Si la seconde hypothèse était exacte, on aurait

$$(HgCy)^2 ZnBr + IK = HgCy.KCy.HgI + ZnBr,$$

ce qui n'est pas vérifié par l'expérience. On ne peut admettre que, sous l'influence de IK, il se soit produit une réaction inverse de celle qui a donné naissance au corps $HgCy.HgBr.ZnCy + 8HO$; car, comme l'a montré M. Berthelot, l'iodure de potassium se combine au cyanure de mercure pour donner le sel triple $HgCy.KCy.HgI$ dont la chaleur de formation est de $5^{cal},3$, tandis qu'il ne se combine pas avec le cyanure de zinc.

» La réaction suivante confirme aussi notre hypothèse. Quand on chauffe le sel $HgCy.ZnCy.HgBr + 8HO$ avec une solution de sulfate de cuivre, il y a dégagement de cyanogène et formation d'un précipité fleur de pêcher (bromo-cyanure de mercure et de cuivre), ce qui indique que tout le cyanogène n'est pas combiné au mercure; j'ai, en effet, montré précédemment que le cyanure de zinc est décomposé par les sels oxygénés de cuivre, tandis que le cyanure de mercure n'est pas attaqué dans les mêmes conditions.

» II. *Action du cyanure de zinc sur le bromure de mercure.* — A une solution concentrée de bibromure de mercure, maintenue à l'ébullition, on ajoute du cyanure de zinc pur bien exempt d'oxyde ($6^{gr}$ de $ZnCy$ pour $18^{gr}$ de $HgBr$). Dans la liqueur ainsi obtenue, on dissout une nouvelle quantité de bromure mercurique, on agite avec un excès de cyanure de zinc, et le liquide filtré abandonne par refroidissement des prismes transparents répondant à la formule $HgCy.ZnCy.HgBr + 8HO$.

» L'équation de la réaction est

$$2ZnCy + 2HgBr = HgCy.ZnCy.HgBr + ZnBr.$$

» La composition et les propriétés de ce corps sont les mêmes que celles du composé que j'ai décrit au commencement.

» En résumé, on voit que l'action du cyanure de mercure sur le bromure de zinc et celle du cyanure de zinc sur le bromure de mercure conduisent au système ($HgCy.HgBr.ZnCy + HgBr$). La production du sel triple $HgCy.HgBr.ZnCy + 8HO$ conduit à un équilibre qui limite les réactions inverses qui pourraient reproduire l'un des systèmes primitifs, soit $Hg^2Cy^2 + Zn^2Br^2$; soit, au contraire, l'autre système $Hg^2Br^2 + Zn^2Cy^2$. Tout le cyanure de zinc ne concourt pas à la formation du sel triple, et la quantité qui entre en combinaison dépend, et de la proportion d'eau, et de la proportion de $HgCy$ qui y est dissoute.

» Ces résultats sont du même ordre que ceux obtenus par M. Berthelot, dans ses *Recherches sur la statique des sels doubles de mercure* et dans l'*Étude des doubles décompositions* (*Annales de Chimie et de Physique* 5e série, t. XXIX, p. 198). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau sucre à noyau aromatique.* Note de M. **Maquenne**, présentée par M. Berthelot.

« On ne connaît, jusqu'à présent, que deux matières sucrées dérivant de la benzine : ce sont l'inosite et la quercite, qui, toutes deux, se changent, par l'action de l'acide iodhydrique, en composés aromatiques définis. Les rapports de l'inosite et de la benzine sont, d'ailleurs, plus intimes que ceux de la quercite, puisque par oxydation cette dernière substance donne un dérivé gras, l'acide trioxyglutarique, au lieu de quinones ou de phénols.

» Il était à prévoir que ces deux sucres ne sont pas les seuls qui se rattachent à la série aromatique, et l'on pouvait même penser que, dans cette classe particulière de corps, on verrait se produire des isoméries semblables à celles qu'on observe chez les glucoses; c'est, en effet, ce qui semble avoir lieu dans le cas de l'inosite, bien que, d'après les idées régnantes sur la constitution moléculaire des dérivés benzéniques, cette substance n'admette pas théoriquement d'isomère.

» On trouve aujourd'hui, dans le commerce, sous le nom de *pinite*, un sucre qui provient de la résine du *Pinus lambertiana*, de Nebraska. Par la plupart de ses propriétés, cette substance ressemble à la pinite de M. Berthelot, qui possède, du reste, la même origine : comme cette dernière, elle est fort soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool, cristallisable en mamelons adhérant au verre; mais elle s'en distingue par un pouvoir rotatoire notablement plus élevé. Ce produit constitue donc un principe spécial : je le désignerai, dans ce qui va suivre, sous le nom de β-*pinite*.

» La β-pinite fond nettement à 186°-187° (corrigé); elle est fortement dextrogyre. Pour le produit commercial brut, on a trouvé $[\alpha]_D = 64°,36$, et pour la même substance recristallisée dans l'alcool $[\alpha]_D = 65°,51$. M. Berthelot donne pour la pinite vraie $[\alpha]_j = 58°,6$.

» Il est à remarquer que ces caractères sont exactement ceux de la sennite, pour laquelle on indique le point de fusion 186° et $[\alpha]_D = 65°,22$. La β-pinite et la sennite sont donc probablement identiques, mais je me réserve d'élucider cette question dans un travail ultérieur.

» L'analyse de ce corps conduit à une formule intermédiaire entre $C^7H^{14}O^6$ et $C^8H^{16}O^7$, plus élevée par conséquent que celle que l'on assigne d'ordinaire à la pinite.

» Chauffée pendant quelques minutes, à l'ébullition, avec de l'acide iodhydrique fumant, la β-pinite se décompose avec un vif dégagement de vapeurs d'iodure de méthyle : elle représente donc un éther méthylique, semblable aux sucres de caoutchouc découverts par M. A. Girard et sans doute isomère de la bornésite.

» Dans une opération qui a porté sur $5^{gr}$ de produit, on a obtenu $3^{gr},1$ d'iodure de méthyle bouillant exactement à 43°,5. Le corps $C^7H^{14}O^6$, envisagé comme l'éther méthylique d'un hydrate de carbone $C^6H^{12}O^6$, aurait dû en fournir $3^{gr},6$ : la différence s'explique aisément par les pertes inévitables que l'on éprouve toujours dans la distillation d'un corps aussi volatil que l'iodure de méthyle.

» Si l'on évapore sur le bain-marie le liquide résultant de l'attaque de la β-pinite par l'acide iodhydrique, puis qu'on ajoute de l'alcool, on voit se produire, surtout par l'agitation, un précipité cristallin qui, examiné au microscope, se présente sous la forme de petits tétraèdres.

» Ce nouveau sucre, purifié par une seconde cristallisation dans l'alcool faible, fond à 246° (corrigé); il est très soluble dans l'eau, presque insoluble dans l'alcool concentré, tout à fait insoluble dans l'éther. Sa composition répond exactement à celle des glucoses.

» Son poids moléculaire paraît être également celui des glucoses : en effet, on a trouvé pour le point de congélation de deux liqueurs, renfermant $2^{gr}$ de produit pour $20^{cc}$ ou $30^{cc}$ d'eau, —1°,09 et —0°,72, ce qui correspond, en appliquant la formule cryoscopique de M. Raoult, aux poids moléculaires 176 et 178, très voisins de

$$C^6H^{12}O^6 = 180.$$

» Enfin, chauffé au bain-marie, jusqu'à dessiccation complète, avec de l'acide azotique, ce produit dégage des vapeurs rutilantes et laisse un résidu blanc qui, au contact d'une solution de carbonate de soude dans l'alcool faible, précipite immédiatement des cristaux à reflets de fuchsine de rhodizonate de sodium. On s'est assuré, pour l'identification de ce sel, qu'il se transforme en tétraoxyquinone sous l'action de l'acide chlorhydrique et qu'il donne un précipité rouge avec le chlorure de baryum.

» Le produit de dédoublement de la β-pinite par l'acide iodhydrique est donc certainement un dérivé aromatique, très probablement un produit d'addition de la benzine elle-même, et par suite un isomère de l'inosite. Je propose, au moins provisoirement, de le désigner sous le nom de β-*inosite*.

» Il était intéressant de soumettre aussi la pinite vraie à l'action de l'acide iodhydrique et de la comparer, sous ce rapport, à la β-pinite : avec une bien-

veillance dont je suis heureux de pouvoir le remercier ici, M. Berthelot a bien voulu me confier, pour effectuer cet essai, un échantillon de son produit original, et j'ai pu ainsi reconnaître que cette substance se convertit comme la β-pinite, lorsqu'on la fait bouillir avec de l'acide iodhydrique, en un sucre qui fond à 245° et présente tous les caractères de la β-inosite, y compris sa transformation par l'acide nitrique en acide rhodizonique et en tétraoxyquinone. Il se produit, en même temps, une vive effervescence, due sans doute à un départ d'iodure de méthyle.

» En résumé, les deux pinites et vraisemblablement aussi la sennite sont en rapport étroit avec la série aromatique : elles constituent des éthers dérivés d'un principe nouveau, isomérique des glucoses et qui paraît répondre à la même formule que l'inosite.

» J'espère pouvoir bientôt donner de nouvelles indications sur ce corps, qui présente un intérêt considérable au point de vue de sa structure moléculaire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de la métaphénylène-diamine par la résorcine et l'ammoniaque.* Note de M. **Alphonse Seyewitz**, présentée par M. Pasteur.

« On chauffe en tubes scellés, pendant trois heures, vers 280° à 300°, un mélange de résorcine avec quatre fois son poids de chlorure de calcium ammoniacal (à 35 pour 100 d'$AzH^3$). Ce dernier s'obtient en faisant passer du gaz ammoniac sec sur du chlorure de calcium anhydre : le chlorure de calcium absorbe le plus facilement le gaz ammoniac, lorsqu'il est complètement sec sans avoir été fondu, et très divisé.

» La masse solide, qui semble avoir subi un commencement de fusion, est faiblement colorée en rouge brun, et accompagnée d'aiguilles brun rougeâtre à la partie inférieure.

» En ouvrant les tubes, on ne constate pas trace de pression, mais une forte odeur ammoniacale. La matière, un peu pâteuse, est pulvérisée grossièrement et traitée dans un flacon par vingt fois environ son poids d'eau froide, agitée pendant dix minutes et filtrée : le liquide filtré, jaune clair, renferme la métaphénylène-diamine, qui est décelée par la formation du brun Bismarck ou du rouge de toluylène.

» Le précipité restant sur filtre est épuisé à l'eau froide jusqu'à ce que

le liquide filtré, acidulé par HCl, ne donne plus que faiblement la réaction du brun Bismarck.

» Si l'on traite le liquide filtré par l'éther, qu'on évapore celui-ci, qu'on l'additionne de quelques gouttes de perchlorure de fer, on constate, par l'absence de réaction, que la résorcine a totalement disparu.

» Pour extraire la diamine, on agite la solution aqueuse, additionnée au besoin d'un peu de potasse, dans un flacon bouché, pendant un quart d'heure, avec la moitié de son volume d'éther à 65°. L'éther décanté contient de la diamine qui y passe complètement par quatre épuisements successifs. On réunit les solutions éthérées et on les sature de gaz chlorhydrique sec qui précipite la base, à l'état de chlorhydrate cristallisé, en petites aiguilles qui sont recueillies sur filtre et séchées dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique : elles forment environ 60 pour 100 de la résorcine.

» *Nota.* — Ces cristaux de chlorhydrate de diamine, séchés d'abord à l'air, dégagent ensuite dans le vide de l'acide chlorhydrique ; probablement, parce qu'il y a combinaison de chlorhydrate avec un excès d'acide chlorhydrique.

PREUVES DE LA FORMATION DE LA MÉTAPHÉNYLÈNE-DIAMINE.

» Il nous reste à prouver que ce corps est bien de la métaphénylène-diamine.

» 1° *Composition centésimale.* — On a purifié ce corps en dissolvant le chlorhydrate dans l'eau, le précipitant par la potasse, épuisant la base par l'éther et reprécipitant le chlorhydrate par un courant de gaz chlorhydrique sec. Ces opérations ont été faites deux fois. Enfin, on a desséché le corps obtenu dans le vide jusqu'à poids constant. Voici les résultats :

| | Chlorhydrate pour 100. | |
|---|---|---|
| | Trouvé. | Calculé pour $C^6H^4 \begin{cases} NH^2(HCl) \\ NH^2(HCl) \end{cases}$ |
| C | 40,1 | 39,77 |
| H | 5,7 | 5,6 |
| Az | 15,05 | 15,4 |

» 2° *Analyse du chloroplatinate.* — On a obtenu le chloroplatinate en mélangeant une solution concentrée de chlorhydrate de diamine avec un petit excès d'une solution de chlorure de platine à 20 pour 100 ($1^{mol}$ $PtCl^4$ pour $1^{mol}$ de diamine).

» Le chloroplatinate est recueilli sur filtre taré, lavé avec une petite quantité d'eau

vers 0°, puis séché dans le vide jusqu'à poids constant : on pèse, on calcine et l'on pèse de nouveau :

Poids du chloroplatinate employé .... 0gr,316

| | Trouvé. | Calculé d'après la formule précédente. |
|---|---|---|
| Poids de platine.................... | 0gr,122 | 0gr,120 |

*Réactions principales.*

» *Brun Bismarck.* — La solution du chlorhydrate de la base acidulée par HCl donne, par le nitrate de sodium, une coloration brun rouge analogue au brun Bismarck.

» *Rouge de toluylène.* — La solution du chlorhydrate de la base additionnée de chlorhydrate de paraphénylène-diamine donne, par quelques gouttes d'une solution de bichromate de potassium, une coloration rouge violette identique au rouge de toluylène.

» *Point de fusion et d'ébullition.* — La base employée avait été purifiée par distillation dans un courant d'hydrogène.

» On a trouvé :

| | |
|---|---|
| Pour le point de fusion............. | 60°- 62° |
| » d'ébullition............. | 286°-287° |

» Les températures données par divers auteurs sont :

| | |
|---|---|
| Point de fusion........................ | 63° |
| » d'ébullition........................ | 287° |

» Cette substance a donc la composition élémentaire des phénylènes-diamines ; elle a deux fois la fonction amine, ainsi que le prouve l'étude de son chloroplatinate ; elle a les réactions caractéristiques de la métaphénylène-diamine. Nous sommes donc autorisés à conclure à l'identité.

» *Variation du rendement en diamine, avec le temps et la température.* — En faisant varier la durée du chauffage à 300°, j'ai obtenu des proportions différentes de diamine :

| Durée du chauffage. | Température. | Rendement en diamine par rapport à la résorcine. |
|---|---|---|
| h m | ° | Pour 100 |
| 1.30................. | 300 | 20 |
| 3.................. | 300 | 60 |
| 8.................. | 300 | 28 |
| 30.................. | 300 | 20 |

D'où il résulte : que le rendement maximum en diamine est atteint après trois heures de chauffage.

» J'ai étudié ensuite l'influence de la température sur le rendement en diamine. J'ai constaté d'abord que, pour les températures supérieures à 300°, à 310°-320° par exemple, il y avait destruction partielle et formation de résidus charbonneux. Ce même fait se produit à 300° quand on chauffe au delà de huit à dix heures. Pour les températures inférieures à 300°, voici les résultats :

| Température. | Durée du chauffage. | Rendement en diamine par rapport à la résorcine. |
|---|---|---|
| ° | h | Pour 100 |
| 100 | 20 | 0 (1) |
| 150 | 20 | 0 (1) |
| 200 | 17 | 8,34 |
| 250 | 15 | 20,4 |

» D'après ce Tableau, on voit donc : 1° qu'au-dessous de 150°, aucune réaction n'a lieu; l'amine se forme seulement à partir de 200°; 2° qu'à partir de 200°, le rendement en diamine augmente avec la température. Au-dessous de 250°, on retrouve toujours de la résorcine inattaquée (2). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la chaleur sur le chloralammoniaque.* Note de MM. A. Béhal et Choay, présentée par M. Friedel.

« Lorsqu'on chauffe le chloralammoniaque, il se décompose en chloroforme et en formiamide. La connaissance de ce dédoublement est due à Personne. Mais la réaction est loin d'être intégrale. Si, en effet, on cherche quelle est la quantité de chloroforme fournie par $100^{gr}$ de chloralammoniaque chauffés à 100°, on trouve en moyenne $30^{gr}$; la quantité que l'on devait obtenir d'après l'équation ci-dessous est voisine de $72^{gr}$ :

$$CCl^3 - HCOH - AzH^2 = HCCl^3 + HCOAzH^2.$$

(1) On retrouve la résorcine, le chlorure de calcium et l'ammoniaque.

(2) Cette étude a été faite dans les laboratoires de l'École de Chimie industrielle de Lyon, à la Faculté des Sciences.

» Nous avons cherché quels sont les produits qui se forment dans cette réaction.

» Lorsqu'on a chauffé le chloralammoniaque jusqu'à 100° et qu'il ne distille plus de chloroforme, il reste dans le ballon une masse visqueuse, épaisse, à odeur légèrement alliacée, qui renferme du chlorhydrate d'ammoniaque, de la formiamide et un certain nombre d'autres corps.

» On peut en extraire facilement deux produits : l'un est la chloralimide, l'autre est un corps à chaîne fermée, que nous considérons comme la didéhydrotrichlorodioxypipérazine.

» *Chloralimide.* — Le résidu de l'action de la chaleur sur le chloralammoniaque est repris par quatre fois son volume d'alcool fort à l'ébullition. Il se dépose, par refroidissement de la solution, des aiguilles que l'on fait bouillir d'abord avec cinq fois leur poids d'eau bouillante et que l'on fait cristalliser dans l'alcool à 45°.

» On obtient ainsi un corps fusible à 168° et qui est la chloralimide déjà trouvée par MM. Pinner et Fuchs (*Berichte der deutschen Chem. Gesellschaft*, t. 10, p. 1068), mais que ces savants ne paraissent point avoir obtenu à l'état de pureté complète, par l'action de l'acétate d'ammoniaque sur l'hydrate de chloral [1]. Le rendement est d'environ 5 pour 100 du poids du chloralammoniaque.

» Il forme de longues aiguilles incolores, insipides, peu solubles dans l'eau, assez solubles dans l'alcool, très solubles dans l'éther.

» Ce corps est décomposé à froid par le chlorure de platine en solution neutre et alcoolique, avec formation de chloroplatinate d'ammoniaque et de chloral.

» Pour isoler le chloral, on a séparé le précipité et fractionné le résidu; la portion bouillant de 90° à 110° a été distillée sur l'acide sulfurique; on a obtenu ainsi du chloral anhydre que l'on a caractérisé par la formation d'hydrate et par le dédoublement en chloroforme.

» Chauffé avec de l'eau en tube scellé, la chloralimide ne donne rien à 150°; à 160°, il y a une faible attaque, mais à 170°-180°, décomposition complète. On trouve à la partie inférieure du tube un liquide plus lourd que l'eau, qui passe à la distillation avant ce dernier liquide et qui possède une odeur de chloroforme. L'analyse indique que c'est du chloroforme.

» Les tubes, à l'ouverture, laissent dégager un gaz qui est de l'acide carbonique; le liquide est acide; à la distillation, il donne de l'acide chlorhydrique et de l'acide formique. Évaporé à sec et repris par l'alcool

---

[1] Les analyses seront données dans un Mémoire plus étendu.

absolu, il laisse un résidu de chlorhydrate d'ammoniaque et l'alcool enlève de la formiamide. En effet, l'alcool évaporé donne un liquide coloré, qui, porté à l'ébullition avec la liqueur de Fehling, la réduit. Dans cette opération, il se dégage de l'ammoniaque.

» En résumé, sous l'influence de l'eau à 170°, la chloralimide se dédouble en chloroforme et en formiamide. Les autres corps observés sont des produits de décomposition de ceux-ci.

» Nous avons fait quelques expériences sur l'action physiologique de la chloralimide et nous avons trouvé qu'employée à la dose de $0^{gr},25$ à $0^{gr},50$, elle possède des propriétés antipyrétiques et analgésiques remarquables. Ces propriétés seront étudiées par des physiologistes.

» *Didéhydrotrichlorodioxypipérazine.* — Si l'on prend le résidu épuisé par l'alcool et qu'on le fasse bouillir avec une grande quantité d'eau, ou si l'on traite directement le résidu de l'action de la chaleur sur le chloralammoniaque de la même façon, on obtient une solution aqueuse colorée qui laisse déposer des cristaux, au bout de vingt-quatre heures, parfois de quarante-huit heures.

» Ces cristaux sont essorés, décolorés par le noir animal en solution aqueuse, puis recristallisés dans l'alcool.

» Dans ces conditions, on obtient un corps formant des prismes de $1^{cm}$ de longueur environ, incolores, insipides, inodores, peu solubles dans l'eau, même bouillante, assez solubles dans l'alcool absolu, surtout à chaud, très solubles dans l'éther. Ce corps fond à 216°-217°, puis se décompose presque immédiatement en dégageant des gaz.

» Les analyses conduisent à la formule $C^4Cl^3H^5Az^2O^2$.

» Ce corps est décomposé partiellement par le chlorure de platine. Traité par l'anhydride acétique en excès, soit en tube scellé à 150°, soit dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant, il donne un composé en longues aiguilles, presque insolubles dans l'eau, très solubles dans l'acide acétique, légèrement solubles dans l'alcool, peu solubles dans la benzine. On l'obtient en précipitant la solution dans l'acide acétique par l'eau et en le faisant recristalliser dans l'alcool. Ce dérivé acétique ne fond pas sans se décomposer ; il ne s'altère d'ailleurs qu'à haute température.

» Il répond à la formule $C^6Cl^3H^5Az^2O^2$.

» Il ne se combine plus au chlorure de platine, ni en solution alcoolique neutre, ni en solution alcoolique acidulée par l'acide chlorhydrique.

» Nous pensons que l'on doit considérer le premier de ces corps $C^4Cl^3H^5Az^2O^2$ comme la didéhydrotrichlorodioxypipérazine; la réaction qui lui donnerait naissance serait la suivante :

$Cl^2 \quad AzH^2 \qquad\qquad\qquad Az$

$CCl \qquad CHOH \qquad\qquad CCl \qquad CHOH$

$HOHC \qquad CCl^2 = 3HCl + CHOH \qquad CCl^2$

$Cl$

$AzH^2 \qquad\qquad\qquad AzH$

» Ce qui semble appuyer cette manière de voir, c'est que l'anhydride acétique que nous pensions *a priori* devoir donner soit une diacétine, soit un dérivé triacétylé, le groupe imide pouvant entrer en réaction, a fourni un dérivé de déshydratation et une monacétine. Celle-ci doit répondre à la formule de constitution ci-dessous, comme semble l'indiquer la propriété négative qu'elle possède de ne plus se combiner au chlorure de platine.

$Az$

$Cl.C \qquad CHOCO\text{-}CH^3$

$HC \qquad CCl^2$

$Az$

» Nous continuons l'étude de ces derniers dérivés, et nous espérons pouvoir apporter bientôt à l'Académie des preuves plus décisives en faveur de l'hypothèse que nous avons faite [1]. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur le mécanisme du réveil chez les animaux hibernants.* Note de M. **Raphael Dubois**, présentée par M. Chauveau.

« Les physiologistes ont étudié les animaux hibernants surtout au point de vue des causes qui provoquent le sommeil et des modifications fonctionnelles qui l'accompagnent.

» Les méthodes employées jusqu'à ce jour n'ayant pas permis d'expliquer le mécanisme du sommeil, j'ai pensé qu'il serait plus avantageux, peut-être, de commencer par la recherche du mécanisme du réveil. En effet, s'il est étrange de voir les marmottes perdre, sous l'influence de

---

(1) Travail fait au laboratoire de M. Friedel.

l'abaissement de température, très rapidement et sans danger, jusqu'à 30° de leur température initiale, il est plus singulier encore de constater que ces mêmes animaux, tombés dans un état d'inertie complète, peuvent spontanément sortir de leur torpeur et élever la température de leur corps de + 8°, par exemple, à + 37° dans un court espace de temps.

» Dans mes observations, qui ont porté depuis deux années sur plus de vingt marmottes, j'ai constaté d'abord que les modifications naturelles du milieu ambiant n'exerçaient aucune influence sensible sur l'apparition du réveil.

» Les sujets en expérience étaient placés dans un sous-sol, à l'abri du bruit, des trépidations du sol, etc. La température de ce local ne subissait que de faibles oscillations, comprises entre + 10° et + 12° C. Un thermomètre, un baromètre et un hygromètre enregistreurs, placés auprès des marmottes, inscrivaient régulièrement les moindres modifications physiques du milieu.

» Les indications fournies par ces instruments et les observations météorologiques recueillies dans la localité par M. le professeur André, établissent que le sommeil hibernal n'est notablement troublé, dans les conditions indiquées, ni par les changements de pression, d'état hygrométrique, de température du sous-sol, ni par les perturbations magnétiques du sol ou les variations électriques de l'air de la région. D'ailleurs, ce qui prouve nettement que les conditions cosmiques sont étrangères à la production du réveil, c'est que les phases de sommeil et les courtes périodes de réveil, qui se succèdent à peu près régulièrement chez le même individu, ne se montrent pas au même moment pour des individus différents. On doit donc supposer que le réveil se produit par un mécanisme automatique, mis en jeu par des modifications survenues spontanément, au sein même de l'organisme, pendant le sommeil.

» D'autre part, on ne peut admettre que le réveil soit le résultat d'une excitation du bulbe par accumulation d'acide carbonique dans le sang, cette hypothèse étant en contradiction avec ce que nous savons de l'hématose pendant la torpeur hibernale. Mais on sait que les excitations mécaniques des extrémités nerveuses sensitives de la peau peuvent provoquer des mouvements réflexes respiratoires et déterminer le réveil quand elles sont assez fortes et assez prolongées. Or ces mouvements respiratoires réflexes sont beaucoup plus marqués quand on excite les parties profondes de la région recto-vésicale, soit par l'introduction d'un thermomètre, soit

par une injection d'eau dans le rectum, soit enfin par une légère pression exercée sur la paroi abdominale au niveau de la vessie.

» En outre, nous avons constaté, chez tous les sujets en expérience, que le réveil était toujours suivi de l'émission de l'urine. La vessie se remplissait pendant le sommeil et ne se vidait jamais qu'au réveil.

» On pouvait se demander alors s'il n'existait pas entre le réflexe recto-vésical dont nous avons parlé et l'état de réplétion de la vessie quelque relation pouvant entraîner ou seulement favoriser le réveil.

» Pour élucider cette question, nous avons pratiqué une fistule vésicale à deux marmottes. Ces animaux à fistule permettant le libre écoulement de l'urine au dehors au fur et à mesure de sa sécrétion ont été maintenus en état de veille jusqu'à guérison complète des désordres provoqués par l'opération, puis placés de nouveau dans les conditions favorables à l'hibernation. Nos deux marmottes à fistule n'ont pas tardé à tomber en état de torpeur hibernale, suivant le processus normal; mais *elles ne se sont pas réveillées* et sont passées du sommeil à la mort, sans transition brusque, avec un abaissement de température de 24° dans un cas et de 25° dans l'autre.

» Le réflexe recto-vésical paraît donc jouer, quand il est excité par la réplétion de la vessie, un rôle important dans le réveil de l'hibernant, et remplir, pour ainsi dire, le rôle de *réveil-matin*, comme cela a lieu chez certaines personnes. Nous avons, en outre, constaté l'absence de ce réflexe chez les lapins refroidis par un courant d'eau froide, tandis qu'il est très exagéré chez ces mêmes animaux refroidis par la section du bulbe, suivie de la respiration artificielle.

» Sous ce rapport et sous d'autres encore, l'hibernant en état de torpeur ressemble beaucoup plus à un animal dont la moelle a été primitivement et profondément modifiée qu'à un sujet refroidi par simple soustraction de calorique par le milieu ambiant.

» On sait aussi que ce réflexe recto-vésical persiste alors que tous les autres ont plus ou moins complètement disparu chez l'homme profondément endormi par le chloroforme.

» Il convient d'ajouter que l'urine trouvée dans la vessie pendant le sommeil a toujours présenté une densité inférieure à celle de l'urine éliminée au réveil.

» La résorption d'une certaine quantité d'eau (et peut-être aussi des principes convulsivants de Bouchard) de l'urine, qui a été signalée chez l'homme, pendant le sommeil, se retrouve donc chez l'hibernant.

» En conséquence, nous croyons pouvoir attribuer la perte de la faculté du réveil chez nos marmottes à fistules vésicales permanentes : 1° à l'absence d'excitant du réflexe respiratoire vésico-rectal ; 2° à l'écoulement continu de l'urine au dehors au fur et à mesure de sa production [1]. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Influence de l'excitation du pneumogastrique sur la circulation pulmonaire de la grenouille.* Note de M. **E. Couvreur**, présentée par M. Chauveau.

« Lorsqu'on examine au microscope une petite artère du poumon de la grenouille, on peut y voir nettement le cours saccadé du sang, correspondant aux pulsations cardiaques. Lorsque, après avoir coupé la branche cardiaque du pneumogastrique, on vient à exciter le tronc de ce nerf au-dessus des rameaux qu'il donne au poumon, on voit le cours du sang se ralentir dans la petite artère, et les pulsations cardiaques devenir de moins en moins distinctes : au bout de quelque temps, on voit le sang osciller simplement sur place, chaque oscillation correspondant à une systole du ventricule, et finalement le sang s'arrête complètement. Quand on cesse l'excitation, le cours du sang ne se rétablit pas immédiatement. L'arrêt persiste quelque temps, puis on voit reparaître les oscillations sur place et enfin, petit à petit, les pulsations devenant de plus en plus nettes, le sang reprend son cours normal, saccadé, les globules cheminant par ondées successives. Quelle peut être la cause de ce phénomène? On pourrait croire tout d'abord, le nerf que l'on excite étant encore en relation avec les centres, à une action sur l'autre pneumogastrique amenant l'arrêt du cœur (l'action sur le cœur du nerf excité devant être éliminée, puisqu'on a coupé sa branche cardiaque). Mais si l'on examine le cœur, lorsque l'on constate l'arrêt du sang dans les artérioles du poumon, on voit qu'il continue à battre : il faut donc rejeter cette première hypothèse.

» On peut aussi se demander si l'excitation du pneumogastrique, qui est un nerf mixte, ne produit pas par action réflexe, et par l'intermédiaire du sympathique, une constriction générale de tous les vaisseaux, en agissant sur le centre vasomoteur, ou bien si, sans troubler le mouvement apparent et extérieur du cœur, on n'exerce pas sur lui, par voie réflexe, une action interne empêchant l'arrivée du sang dans l'artère pulmonaire. La

(1) *Laboratoire de physiologie comparée de la Faculté des Sciences de Lyon.*

première de ces deux hypothèses doit être immédiatement rejetée; car, si l'on examine les artérioles de la membrane interdigitale, lorsque le sang est arrêté dans le poumon, on constate que la circulation n'y est pas modifiée d'une façon sensible. Quant à la seconde supposition, elle tombe devant le fait suivant. Si l'on sectionne le pneumogastrique et que l'on excite son bout périphérique de manière à n'avoir plus que des actions directes et centrifuges, on observe toujours le même phénomène : or, l'action sur le cœur n'aurait pu être que réflexe, puisqu'on a sectionné la branche cardiaque. Remarquons que cette expérience ne fait que corroborer ce que nous disions plus haut, à savoir qu'il ne s'agit pas là d'une constriction réflexe due à une excitation sensitive.

» Pour expliquer les phénomènes observés et consécutifs à l'excitation, il ne reste donc plus qu'une hypothèse probable, c'est que le tronc du pneumogastrique renferme des filets vasoconstricteurs destinés aux vaisseaux du poumon. Cette hypothèse était d'ailleurs la plus vraisemblable, d'après la nature même des phénomènes observés : nous avons dit que l'on voyait, lors de l'excitation, les pulsations du vaisseau devenir de moins en moins nettes; ce fait s'explique de lui-même, en admettant un obstacle dans la circulation périphérique. Les filets précités appartiennent-ils au tronc même du pneumogastrique? Il est plus probable, Gaskell ayant démontré que le vague de la grenouille est, en réalité, un vaguo-sympathique, qu'ils appartiennent à la partie sympathique du nerf ([1]).

» Quoi qu'il en soit, il est avéré que le pneumogastrique de la grenouille renferme des filets dont l'excitation directe amène un arrêt de la circulation dans les vaisseaux du poumon.

» Pour produire l'arrêt du sang dans les artérioles du poumon, l'excitation du nerf n'a pas besoin d'être très forte, elle est bien inférieure à celle qui est nécessaire pour produire l'arrêt du cœur : c'est ainsi que, en laissant intact le filet cardiaque du pneumogastrique, on peut produire cet arrêt alors que le cœur n'est que ralenti.

» Le peu d'intensité de l'excitation nécessaire pour produire le phénomène nous explique pourquoi, par l'excitation du nerf total, nous n'avons pas obtenu de rétrécissement vasculaire général par voie réflexe.

» Le fait que nous signalons dans cette Note a son importance. On sait qu'après la section des pneumogastriques, le poumon présente des lésions

---

([1]) Cela est d'autant plus probable que Fr. Franck a démontré que le sympathique fournissait des filets vasomoteurs aux bronches.

spéciales, particulièrement une congestion très marquée. Cette congestion s'explique d'elle-même par l'action du pneumogastrique sur les vaisseaux pulmonaires. Schiff et Genzmer ont déjà supposé qu'elle était le produit d'une inflammation névroparalytique ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Sur la larve du* Tænia Grimaldii *nov. sp., parasite du Dauphin.* Note de M. **R. Moniez.**

« Au cours des différentes campagnes accomplies sur sa goélette *l'Hirondelle* par S. A. le prince Albert Ier de Monaco, les parasites internes ou externes ont toujours été l'objet de recherches attentives. Le baron Jules de Guerne, chargé des travaux zoologiques à bord du yacht, n'a jamais négligé d'examiner à ce point de vue les animaux absolument frais, et c'est en grande partie à lui qu'est due l'intéressante collection de Cestodes et de Trématodes dont le Prince a bien voulu me confier l'étude.

» Parmi les pièces qui m'ont été remises, figure une série assez nombreuse de kystes recueillis sur plusieurs Dauphins harponnés en plein Atlantique, entre les Açores et l'Europe. Ces kystes se trouvaient parfois en grand nombre et par groupes sur le même Cétacé, surtout dans la région caudale. Ils renferment un Cysticerque curieux, dont l'état adulte est encore inconnu, mais que l'on trouvera sans doute dans l'Orque ou dans les Dauphins mêmes, puisque ces animaux se mangent entre eux.

» J'ai pu étudier l'animal à différents âges : sous la forme la plus jeune que j'ai observée, alors qu'il a les dimensions d'un petit pois, il offre l'aspect d'un Cysticerque ordinaire, dont l'appareil de fixation, muni de quatre petites ventouses et dépourvu de crochets, est situé au fond d'une dépression dont les parois sont fortement plissées. Sur des individus plus âgés, la portion qui suit cette tête et qui représente le corps du Ténia, en s'accroissant rapidement, détermine la rupture de ce que l'on est convenu d'appeler le *receptaculum capitis;* cette partie n'est bientôt plus marquée que par une sorte de bourrelet, à la base du corps du ver. Quand maintenant le Cysticerque a atteint la taille de $1^{cm},05$ à $3^{cm}$, on voit, à l'intérieur de la vésicule qu'il forme, une sorte de long tube, plus ou moins contourné, mesurant quelques centimètres de long sur $1^{mm}$ de large et qui correspond au rudiment du corps du futur Ténia, considérablement allongé.

---

([1]) Laboratoire de Physiologie générale et comparée de la Faculté des Sciences de Lyon.

» Ce tube, inclus dans la vésicule, est creux d'un bout à l'autre, et la cavité communique avec l'extérieur par l'ouverture du Cysticerque; à l'extrémité opposée à son point d'insertion, on trouve, au fond du tube, l'appareil de fixation de l'animal, au-dessus duquel on ne constate plus aucun plissement.

» Sur des individus plus âgés encore, on reconnaît que le développement du tube en longueur continue, en même temps qu'il s'amincit et s'enroule sur lui-même, pour former un peloton serré qui peut mesurer $8^{mm}$ de diamètre. Il est impossible de dérouler ce tube sur les préparations conservées dans l'alcool; mais les fragments, pris sur un individu de dimension moyenne, placés bout à bout, m'ont donné une longueur de 65 *centimètres*. Il en est même de plus longs encore, si j'en juge par le volume du peloton pris dans des individus en voie d'encroûtement et très âgés probablement. Ces longs tubes creux ne mesurent plus que $\frac{1}{5}$ de millimètre de diamètre.

» Tout ce développement se fait en pure perte, car il est bien impossible que la tête du Ténia puisse se dévaginer; le long tube au fond duquel elle s'abrite ne peut d'ailleurs passer à l'adulte et devenir la partie antérieure de son corps, puisqu'il est déchiré d'un bout à l'autre et que ses tissus ont tous les caractères de ceux de la vésicule du Cysticerque.

» Ces particularités remarquables étaient jusqu'ici inconnues chez les Cestodes : sans doute on pourrait, à première vue, comparer le développement considérable du corps de la larve du *Tœnia Grimaldii* à celui que présente, mais à un degré beaucoup moindre, la larve du *Tœnia crassicollis* du Chat; mais la différence entre les deux espèces est radicale : il n'y a pas, chez la dernière, cette rupture du *receptaculum capitis*, qui permet au corps du *T. Grimaldii* de se développer à l'intérieur de la vésicule, et l'accroissement de l'animal se fait, au contraire, au dehors, le corps prenant tous les caractères extérieurs de celui de l'adulte; il est en particulier solide, annelé, et la tête n'est pas plus fortement invaginée dans le cou qu'elle ne l'est chez l'animal adulte, lorsqu'il la rétracte.

» Plusieurs vers enkystés ont déjà été cités par différents observateurs chez les Dauphins. Ed. van Beneden y a trouvé les larves d'un *Phyllobothrium;* Gervais, un Cestode fort curieux (*Stœnotœnia Delphini*), qui présente quelque analogie de disposition avec le Cysticerque du *T. Grimaldii* et que cet auteur considère comme reliant les Ténias aux Ligules; d'autres, comme Bosc, ont indiqué dans le Dauphin des Cysticerques vrais; mais toutes ces descriptions, à part celles des larves de *Phyllobothrium*, sont tellement insuffisantes, qu'il est impossible de reconnaître les animaux qui

en sont l'objet; il en est de même pour celles qui ont été données par des auteurs plus anciens encore. C'est afin d'éviter de la confondre avec tous ces êtres, le plus souvent appelés *Cysticercus Delphini*, que j'ai donné un nom d'adulte à la larve provenant des campagnes de l'*Hirondelle*, persuadé d'ailleurs que son état parfait n'est pas encore connu.

» S. A. S. Albert-Honoré Grimaldi, Prince de Monaco, voudra bien accepter la dédicace de l'espèce. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les dévitrifications des verres ordinaires du commerce.* Note de MM. **Appert** et **Henrivaux**, présentée par M. Fouqué.

« Lorsque le verre est longtemps chauffé à une température voisine de celle à laquelle il commence à se solidifier, il tend à donner naissance à des produits cristallisés. Cette tendance est particulièrement marquée dans les points où il est en contact avec des corps étrangers.

» La nature des cristaux qui prennent naissance dépend principalement de la composition du verre. Quand il est essentiellement sodique et calcique, c'est de la wollastonite qui se produit. Quand il est magnésien et ferrugineux, c'est du pyroxène plus ou moins ferrugineux qui se forme; s'il est en même temps calcique, il se fait à la fois de la wollastonite et du pyroxène. S'il contient de l'alumine avec ces bases, il se produit de la mélilite (variété humboldtilite) ou des feldspaths.

» Le mélange intime des cristaux formés avec la matière demeurée vitreuse, leur petitesse, leur densité peu différente de celle du verre ambiant, empêchent de les isoler et d'en pratiquer l'analyse, sauf dans des cas tout à fait exceptionnels. Au contraire, la taille en lames minces et l'examen optique au microscope en permettent facilement la détermination.

» La wollastonite est identique à la wollastonite monoclinique des roches. Elle se présente en cristaux allongés et légèrement aplatis, disposés souvent en sphérolithes radiés. L'allongement a lieu parallèlement à l'ortho-diagonale. Dans les sections longitudinales, les extinctions en lumière polarisée parallèle entre les nicols croisés se font en long. Le signe d'allongement est variable. En lumière polarisée convergente, on s'assure que le plan des axes optiques est transversal, que l'écartement des axes est d'environ 40° et que la bissectrice est négative.

» Dans les sections transversales, on voit que l'aplatissement a lieu tantôt suivant $p$ (001) et tantôt suivant $a^{\frac{1}{2}}$ (201). Parmi ces sections, les unes ont un signe d'allongement négatif et s'éteignent sous un angle de 32°,

les autres ont un signe d'allongement positif et s'éteignent sous un angle de 37°.

» Dans chacune des sections indiquées ci-dessus, la biréfringence peut être mesurée; nous avons trouvé $n_g - n_p = 0,014$.

» Enfin, en soumettant à froid, pendant vingt-quatre heures, une préparation du verre dévitrifié en question à l'action de l'acide chlorhydrique, on constate que les cristaux de wollastonite sont attaqués avec dissolution de chaux et dépôt de silice gélatineuse sur leur emplacement. L'emploi d'une goutte de violet d'aniline fait ressortir avec la plus grande netteté la distinction du verre demeuré intact et de la wollastonite attaquée.

» Le pyroxène, qui se forme très aisément par la dévitrification du verre à bouteilles, possède toutes les propriétés du diopside naturel; il en a les formes, les clivages, la réfringence, la biréfringence, la position et l'écartement des axes optiques. Quand il se montre associé à la wollastonite, ses cristaux allongés à clivages longitudinaux se distinguent de ceux de wollastonite par leur légère teinte verte, par leur réfringence, leur biréfringence et surtout par la grandeur de l'angle d'extinction et par la position du plan des axes optiques.

» La mélilite se montre soit en groupements irréguliers, soit en sphérolithes, soit en amas cristallitiques.

» Les sphérolithes sont composés de petits cristaux aplatis parallèlement à la base (001) et disposés en cercles concentriques, dans lesquels chaque élément est allongé tangentiellement.

» Ces cristaux montrent nettement le clivage parallèle à la base et les rides transversales si caractéristiques du minéral. Le signe d'allongement est positif. Les sections parallèles à la base demeurent constamment éteintes dans toutes les orientations entre les nicols croisés en lumière parallèle, et présentent en lumière polarisée convergente la croix noire des minéraux à un axe négatif.

» Les sphérolithes de mélilite présentent, comme ceux de wollastonite, une croix noire en lumière polarisée parallèle entre les nicols croisés, mais généralement d'autres branches noires viennent s'ajouter à celles de la croix à cause de déformations brusques, de sortes de plissements que présentent les sphérolithes en question.

» Les sphérolithes de wollastonite ne présentent pas de branches supplémentaires, mais les branches de la croix sont étalées et irrégulièrement ombrées à cause de l'imperfection dans la disposition radiale des éléments de ces sphérolithes.

» L'aspect des uns et des autres est, par suite, absolument différent.

» Les dévitrifications de nature feldspathique que nous avons observées montrent le feldspath avec un facies tout à fait semblable à celui qu'il possède dans les roches. Celui que nous avons observé dans un verre calcosodique contenant 72 pour 100 de silice était un feldspath triclinique présentant la macle de l'albite, l'allongement suivant l'arête $pg^1$ (001,010), le signe négatif d'allongement et des extinctions sous des angles ne dépassant pas 2° à 3°. Il s'agissait donc, dans le cas que nous avons considéré, d'un feldspath acide. Dans les verres du commerce, qui sont généralement peu alumineux, ces dévitrifications sont rares ; elles ne se produisent guère que dans les points où un fragment de creuset se trouve accidentellement englobé dans le verre. Le feldspath ainsi engendré est souvent très difficile à distinguer de la tridymite qui possède des propriétés optiques peu différentes et qui se produit dans les mêmes conditions. »

GÉOLOGIE. — *Sur la formation des sources dans l'intérieur des plateaux calcaires des causses*. Note de MM. **E.-A. Martel** et **G. Gaupillat**, présentée par M. Daubrée.

« Les explorations que nous avons continuées cette année dans l'intérieur des *causses* du Languedoc nous ont fourni des données nouvelles sur l'hydrologie souterraine de ces plateaux calcaires (voir *Comptes rendus*, 3 décembre 1888 et 14 octobre 1889).

» Toutes les sources de la région sont *vauclusiennes* et jaillissent du pied de falaises hautes de $100^m$ à $500^m$, soit sous des voûtes de cavernes, soit à travers des éboulements, soit par d'étroites fissures ou *joints*. Au sommet des plateaux, les pluies ne forment aucun ruisseau, les fentes du calcaire les absorbent toutes, comme dans les terrains analogues du Jura, du Karst et de la Morée. Nos descentes des *avens* ou abîmes nous ont permis d'observer le mode de *transformation intérieure des pluies en sources*.

» Le profil des masses jurassiques des causses se divise ordinairement en quatre zones qui sont, de bas en haut : 1° une falaise de dolomies inférieures très fissurées ou de calcaires compacts stratifiés (bajocien) ; 2° un talus de calcaires marneux plus ou moins argileux (bathonien) ; 3° une falaise de dolomies supérieures plus puissante que la première (bathonien) ; 4° les strates assez minces et mal jointes du callovien et de l'oxfordien.

» A travers les assises supérieures, très faciles à désagréger, les eaux sauvages se glissent sans peine, ou s'engouffrent dans les larges bouches d'*avens* qui y sont ouvertes.

» Ces puits naturels se prolongent verticalement parmi les dolomies supérieures dont ils ont utilisé les diaclases : au fond de tous ceux explorés, nous avons rencontré de petites nappes d'eau, ayant de $1^m$ à $10^m$ de diamètre ; de même pour les grottes, ouvertes au flanc des vallées qui parcourent cette zone ; c'est l'argile qui retient, comme dans des vasques, l'eau suintant des voûtes des cavernes ou des parois de puits, à travers $50^m$ à $200^m$ d'épaisseur de terrain ; cette argile forme par places le couronnement supérieur de la zone marneuse.

» A travers cette zone elle-même, le contenu des innombrables petits réservoirs ainsi constitués se déverse en suintant goutte à goutte par les gerçures naturelles à ce genre de terrains. Quant à la zone inférieure, les eaux s'accumulent, non pas sous forme de réservoirs étendus et larges, mais simplement en courants souterrains qui suivent soit les fractures verticales ou diaclases (élargies) de la dolomie, soit les joints horizontaux et agrandis des calcaires compacts.

» Dans le premier cas, on peut naviguer sur de vraies rivières, comme celle du *puits de Padirac* (près de Rocamadour, Lot) que nous avons atteinte au fond d'un gouffre, à $108^m$ sous terre, et suivie pendant $2^{km}$ en bateau, sans en voir la fin, en franchissant 8 petits lacs (expansions de la galerie qui est haute de $10^m$ à $40^m$) et 33 cascatelles (formées par des barrages de stalagmites) ; dans le deuxième cas, il est impossible de longer le torrent souterrain qui s'enfuit sous une voûte trop basse (abîme du *mas Raynal*, Aveyron, source intérieure de la Sorgues, atteinte à $106^m$ de profondeur ; sources des Douzes, de Castelbouc ; de Saint-Chély, Lozère).

» La constatation la plus importante est que ces rivières cachées, *sources des sources*, s'alimentent et grossissent uniquement par le suintement abondant, véritable pluie, qui tombe des voûtes de leurs couloirs.

» Nous avons reconnu aussi qu'aucun avenc ne conduit à une de ces immenses grottes dont on imaginait l'existence au sein de la masse calcaire ; que celle-ci n'est donc pas *naturellement creuse*, mais seulement sillonnée de puits et de galeries résultant de l'agrandissement des fractures du sol par les eaux, — et que l'intérieur des causses est bien moins caverneux que l'on ne croyait.

» En résumé, les eaux souterraines qui donnent naissance aux belles et nombreuses sources vauclusiennes des causses ne s'étendent pas en grandes nappes, ne s'accumulent pas tout d'abord en vastes réservoirs ; elles descendent par chute directe dans les avens ou par suintement à travers les fissures ténues ; puis elles se réunissent en minces ruisselets, qui se gonflent lentement par l'apport d'en haut, effectué goutte à goutte, et qui circulent

enfin, réelles rivières, dans de longues galeries, hautes ou basses, étroites ou larges, selon la nature du terrain traversé ([1]).

» Là, comme dans la formation des cañons et des avens, les fractures du sol ont joué le premier rôle et *dirigé* le travail ultérieur des eaux. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Dosage des sédiments fins en suspension dans les eaux naturelles.* Note de M. J. **Thoulet**, présentée par M. Berthelot.

« Le rôle physique des sédiments fins disséminés dans les eaux naturelles a été étudié par plusieurs savants, au nombre desquels MM. Tyndall, J.-L. Soret, Ed. Sarazin et F.-A. Forel. Par les phénomènes d'absorption, de réflexion, de réfraction et de diffusion lumineuses qu'elles manifestent, ces poussières sont l'un des éléments les plus importants de la coloration des lacs et des mers. Cependant, à ma connaissance, l'évaluation directe de la proportion de sédiments fins contenue dans les diverses couches d'une même nappe d'eau n'a jamais été faite d'une façon précise et systématique.

» A la fin du mois de juillet dernier, j'ai recueilli, dans le lac de Longemer (Vosges), des échantillons d'eaux à des profondeurs variant depuis la surface jusqu'à 25$^{m}$. Le lac possède une profondeur maximum de 30$^{m}$. Je me suis servi de la bouteille de Mill se fermant à l'aide d'un messager Rung, et telle qu'elle est employée par la *Scottish marine Station* de Granton dans les recherches d'océanographie auxquelles elle se livre sur les côtes d'Écosse. Ces échantillons, conservés dans des flacons à l'émeri et à l'abri de la lumière, ont été filtrés dans un appareil que j'ai imaginé et qui a fonctionné à mon entière satisfaction.

» Il se compose d'une double boîte en ébonite, dont les deux portions s'engagent exactement l'une dans l'autre; entre les deux, supporté par un disque en ébonite percé de trous, est un disque de porcelaine dégourdie ayant 3$^{cm}$ de diamètre et une épaisseur de 4$^{mm}$ environ. Après avoir déposé par-dessus un anneau plat en caout-

([1]) Rappelons que les rivières souterraines ne communiquent avec les avens et ne peuvent être atteintes *par en haut* que lorsque le causse est d'épaisseur réduite par l'absence des zones supérieures; sous les grands causses normaux, on n'y accède que par l'orifice des sources, car la zone des marnes bathoniennes, dont le sommet forme niveau d'eau discontinu, n'a pu encore être traversée; les puits naturels ne paraissent pas s'y prolonger (voir *Comptes rendus*, 14 octobre 1889).

chouc, on réunit les deux portions de la boîte et on les maintient serrées par deux anneaux métalliques munis de trois vis. Le filtre est en communication, par le haut, avec un entonnoir à robinet, fermé simplement par un tube rempli de coton, afin d'arrêter les poussières atmosphériques; par le bas, avec un flacon destiné à recueillir l'eau filtrée, et relié à une trompe. Après filtration, le disque de porcelaine, préalablement pesé, est séché et pesé, ce qui donne le poids total des sédiments arrêtés; calciné au rouge, ce qui fournit directement le poids des matières minérales et, par différence, celui des matières organiques. Enfin l'eau filtrée est évaporée dans une capsule de platine, et le résidu, desséché à 105°-110°, est pesé.

» Les résultats obtenus ont été les suivants, en dixième de milligramme et par litre d'eau :

| Stations. | Profondeur (mètres). | Poids de sédiment: Matières minérales. | Matières organiques. | Total. | Résidu d'évaporation. |
|---|---|---|---|---|---|
| $o_1$....... | Surface | 2 | 16 | 18 | 287 |
| $o_2$....... | 15 | 15 | 16 | 36 | 351 |
| » ....... | 25 | 12 | 13 | 25 | 239 |
| $o_3$....... | 15 | 6 | 13 | 19 | 235 |
| » ....... | 25 | 10 | 16 | 26 | 294 |
| $o_4$....... | 10 | 8 | 16 | 24 | 286 |
| » ....... | 18 | 9 | 16 | 25 | 237 |
| $o_7$....... | 5 | 9 | 16 | 25 | 217 |
| $o_6$....... | Surface | 8 | 16 | 24 | 270 |

» Prenant en considération la position des sondages faits sur la ligne médiane du lac et se succédant dans l'ordre du Tableau, depuis la sortie ($o_1$) jusqu'à l'embouchure ($o_6$) de la Vologne qui, toutes proportions gardées, traverse le lac de Longemer comme le Rhône traverse le lac de Genève, ou le Rhin le lac de Constance, on conclut que :

» 1° La quantité de matières minérales en suspension augmente de la sortie de la Vologne à son entrée dans le lac, et surtout de la surface au fond;

» 2° La quantité de matières organiques est à peu près constante;

» 3° Le lac épurant les eaux qui y parviennent, à raison de $0^{mmg},6$ à $0^{mmg},7$ par litre, se comble lentement; le dépôt se fait, en majeure partie, non pas au débouché de l'affluent, mais en avant du talus qui précède l'ouverture de sortie de l'affluent.

» L'augmentation de la quantité des matières minérales au voisinage du fond est d'accord avec la théorie de M. Forel, expliquant la différence de transparence des lacs en été et en hiver par la stratification thermique

et la disposition particulière des matières en suspension qui en est la conséquence.

» Le mode de filtration décrit précédemment, où l'on peut supprimer le vide et remplacer le disque de porcelaine par un double de papier à filtre, permet, en opérant avec des précautions convenables, de déterminer rapidement, avec une approximation de $0^{mgr},1$ à $0^{mgr},2$, le poids de sédiments minéraux et organiques contenus dans 1 litre d'eau. »

AÉROSTATION. — *Application de la variation de la vitesse du vent avec la hauteur, à la direction des aérostats.* Note de M. G. **Guéroult**, présentée par M. Lippmann. (Extrait.)

« Un aérostat ordinaire est simplement entraîné par l'air qui l'entoure : il ne peut naviguer comme un navire à voile, faute de ce point d'appui que la résistance de l'eau offre au navire.

» Pour fournir ce point d'appui à l'aérostat, on pourrait utiliser la différence de vitesse du vent prise à différentes hauteurs : cette différence est considérable avec une petite différence de hauteur, comme le montrent de récentes expériences faites sur la tour Eiffel. En accouplant deux ballons placés l'un au-dessus de l'autre (ainsi l'avait déjà proposé Abel Transon), on pourrait donc diriger leur système; car les efforts exercés par deux vents différents sur les deux ballons ou sur les voilures dont on les munirait fourniraient une résultante inclinée sur l'une et l'autre de ses deux composantes. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. J. B.

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

### Ouvrages reçus dans la séance du 18 novembre 1889.

(*Suite.*)

*Annali dell' Ufficio centrale meteorologico e geodinamico italiano.* Serie seconda. Vol. VII, Parte II e Parte III, 1885; vol. VIII, Parte IV, 1886. Roma, tipografia Metastasio, 1887-1888; 3 vol. gr. in-4°.

*Memorie della reale Accademia delle Scienze di Torino.* Serie seconda. Tomo XXXIX. Torino, Ermanno Loescher, 1889; 1 vol. gr. in-4°.

*Flora Batava. Afbeelding en beschrijving van nederlandsche gewassen. Aangevangen door* wijlen Jan Kops, hoogleeraar te Utrecht; voortgezet door F.-W. Van Eeden, te Haarlem. Livraisons 281-286. Leiden, de Breuk et Smits; 6 br. gr. in-4°.

*Finlands geologiska undersökning. — Beskrifnnig till Kartbladet,* n° 12; *Nystad af* Hjalmar Gylling; n° 13; *Tavastehus af* A.-F. Tigerstedt, n<sup>os</sup> 14 et 15; *Hango et Jussarö af* K.-Ad. Moberg. Helsingfors, 1888; 3 br. in-8°.

*Transactions of the seismological Society of Japan.* Vol. XIII, Part I, 1889. Yokohama, printed at the Office of the Japan Mail; 1 vol. in-8°.